Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

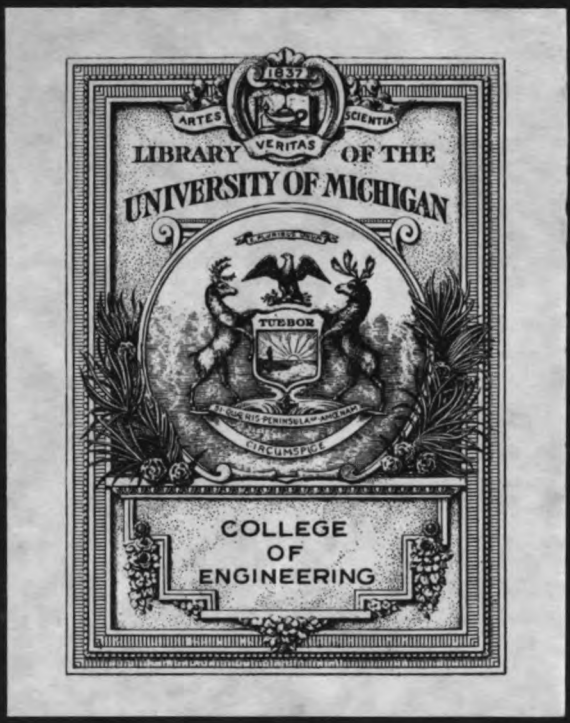
BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK UND INDUSTRIE

JAHRBUCH DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
HERAUSGEGEBEN VON CONRAD MATSCHOSS BERLIN

1927 17. Band

C 363247

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

T
5
.B42

BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK UND INDUSTRIE

JAHRBUCH DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

HERAUSGEGEBEN

VON

CONRAD MATSCHOSS

SIEBENZEHNTER BAND

MIT 307 TEXTABBILDUNGEN UND 14 BILDNISSEN

BERLIN
VDI-VERLAG G·M·B·H
1927

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7
1927

Digitized by Google

VORWORT

Mit dem 17. Band sehen sich die „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie“ veranlaßt, das Format zu ändern. Die Normung erfordert, um große Vorteile zu bringen, auch Opfer. Ausschlaggebend für die Entscheidung war die Auffassung des Verlages, wesentlich an Kosten zu sparen und dadurch das Buch bei gleichem Umfang des Inhaltes billiger den Freunden der Geschichte der Technik liefern zu können. In Satz und Anordnung gleicht nunmehr das Jahrbuch den Zeitschriften des Vereines und den vielen andern technischen Zeitschriften, die sich auf dieses Normenformat umgestellt haben.

Diesem Band sind wieder eine technisch geschichtliche Rundschau und eine Literaturübersicht beigegeben, die, soweit der Raum, der dafür zur Verfügung gestellt werden konnte, es gestattet, wertvolle Überblicke, wenn natürlich auch keine Vollständigkeit, über wichtige geschichtliche Einzelheiten bieten. Die Schriftleitung wird bemüht sein, diese zusammenfassenden Übersichten über technische Museen, technische Kulturdenkmäler, über die technisch-geschichtliche Literatur weiter zu entwickeln. Es soll versucht werden, auch eine Zusammenstellung über wichtige technische Jubiläen und Veranstaltungen verschiedener Art hinzuzufügen. In einem biographischen Abschnitt soll in Zukunft in Form der in biographischen Jahrbüchern üblichen Namenliste eine Zusammenstellung der von uns geschiedenen hervorragenden Vertreter der Technik und Industrie mit dem Hinweis auf die bereits veröffentlichten biographischen Würdigungen gegeben werden.

Mit dem Dank an die Mitarbeiter an diesem Jahrbuch verbinde ich die Hoffnung, daß durch ihre wertvollen Beiträge der großen Geschichte der Technik neue Freunde gewonnen werden.

C. Matschoß.

Digitized by Google

INHALTVERZEICHNIS

Seite

Vorwort III

Die Erfindung der Druckmaschine durch Friedr. Koenig. Von Fabrikdirektor *Albrecht Bolza*, Würzburg 1

Ein venezianisches Patent Galileo Galileis. Von Geheimem Regierungsrat Dr.-Ing. *Theobald*, Berlin-Lichterfelde 24

Aus der Geschichte der Brille mit besonderer Berücksichtigung der auf der Greeffschen beruhenden Jenaischen Sammlung. Von Professor Dr. phil. *Moritz von Rohr*, Jena 30

Alessandro Volta. Zur Gedenkfeier an seinen 100jährigen Todestag. Von Professor Dr. *Aldo Mieli*, Rom 51

Die Entwicklung der Hochfrequenztechnik. Von Dr. *Franz Fuchs*, München 55

Die Entwicklung des Freileitungs-Stützenisolators. Von Dr.-Ing. *W. Weicker*, Hermsdorf i. Thür. 60

Geschichte der Gmünder Edelmetallindustrie. Von Professor *Walter Klein*, Direktor der Staatl. höheren Fachschule, Schwäbisch-Gmünd 72

Augsburger Kaufleute und Tiroler Bergarbeiter im 16. Jahrhundert in England. Von Dipl.-Ing. *Friedrich Hassler*, Augsburg 80

Der Werdegang wichtiger Erfindungen auf dem Gebiete der Spinnerei und Weberei. Von Dipl.-Ing. *Friedrich Orth*, München 89

Aus der Geschichte der amerikanischen Werkzeugmaschinen. Von Professor *J. W. Roe*, New York. Deutsch von Dipl.-Ing. *H. Wagemann*, Berlin 106

Aus der Geschichte der Zylinderbohrmaschinen. Von *Hans Häneke*, Berlin 117

Eisenbahnunfälle im vorigen Jahrhundert. Von *Irnfried Frh. von Wechmar*, Berlin-Südende 122

Technische Kulturdenkmäler 123

Rundschau 153

Die Technischen Museen 1927 — Die Geschichte der Papierindustrie auf der Jahresschau Deutscher Arbeit Dresden 1927 — Zur Erneuerung des Archivs für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik — Die Geschichte des Jern-Kontoret — Johann Georg Ludolph Blumhof und seine Bedeutung für die Geschichte des Eisens — Das bergische Land um 1750 — Der Streit über die Tipiti-Presse — Die Erfindung des Stacheldrahtes — Über eine Urform von Lager- und Scharnierkonstruktionen — Aus der Geschichte der Transformatorenbleche — Zum fünfzigjährigen Jubiläum des Fernsprechers — Die Gründung der Duisburger Kupferhütte —

Literaturschau 167

Aus dem Inhalt der Bände 1—17 177

Verfasserverzeichnis 179

Digitized by Google

DIE ERFINDUNG DER DRUCKMASCHINE DURCH FRIEDRICH KOENIG

Von Albrecht Bolza[1]*), Würzburg*

Friedrich Koenig,
der Erfinder der Schnellpresse,
geb. 17. April 1774 in Eisleben,
gest. 17. Januar 1833 in Oberzell
bei Würzburg

Nachdem *James Watt* durch die Schöpfung der Dampfmaschine die Menschheit von ihrer schwachen Muskelkraft und von der Laune des Windes und Wassers unabhängig gemacht hatte, setzte um die Wende des 18. Jahrhunderts alsbald eine rege Erfindertätigkeit auf dem Gebiete der Arbeitsmaschinen ein. Uralte Arbeitsverfahren, die wir auf Jahrtausende zurückverfolgen können, wie das Spinnen auf dem Spinnrad und das Weben auf dem Handwebstuhl wurden durch die Spinnmaschine und den mechanischen Webstuhl — beide durch Dampfkraft getrieben — abgelöst. Um jene Zeit wurden auch zwei andre Gewerbe, das der Papierbereitung und des Druckes, die eng miteinander verbunden sind, und deren Erzeugnisse gleichfalls im Leben des Menschen von heute eine ungeheuere Rolle spielen, der Herrschaft der Maschine unterworfen. 1804 wurde in England die erste Papiermaschine gebaut, deren Erfindung und Vervollkommnung an die Namen *Louis Robert, Donkin, J. Bramah* und *George Dickinson* geknüpft ist. Das uralte, dem fernen Osten entstammende Handschöpfverfahren, das man in Europa seit dem 12. Jahrhundert im wesentlichen in unveränderter Form ausgeübt hatte, wurde durch die Papiermaschine rasch verdrängt. Der Gewinn, zunächst an der Menge des erzeugten Papiers, war ungeheuer. Lag es im Wesen des Handschöpfverfahrens, daß nur Bogen, und zwar verhältnismäßig kleine Bogen, gewonnen werden konnten, so lieferte nun die Papiermaschine einen endlosen Papierstrang von fast unbegrenztem Flächenausmaß und dazu noch in besserer Beschaffenheit als das durchschnittliche alte Handpapier. Fast in dem gleichen Zeitraum, beginnend mit dem Jahre 1802, vollzog sich auch die Erfindung und Ausgestaltung der Druckmaschine durch *Friedrich Koenig*; ja *Koenig* stand mit den oben genannten Erbauern der ersten Papiermaschinen, *Donkin, Dickinson* und *Bryan* in lebhaften persönlichen Beziehungen und regem Gedankenaustausch über technische Dinge. Das Verfahren des Handdruckes, das zwar nicht auf ein so ehrwürdiges Alter zurückschauen konnte wie die Papierbereitung nach dem Handschöpfverfahren, oder gar die Handspinnerei und Handweberei, das sich aber doch seit *Gutenberg* ebenso wie dessen Handpresse etwa 350 Jahre im wesentlichen unverändert erhalten hatte, wurde nun durch die Druckmaschine verdrängt. Wenn sich auch diese Verdrängung etwas langsamer vollzog als bei der Papiermaschine, so gewinnt die Erfindung der Druckmaschine dadurch eine ganz besondere Bedeutung, daß die durch sie ermöglichte Beschleunigung in der Verbreitung des gedruckten Wortes und die Verbilligung der Druckerzeugnisse einen so unermeßlichen Einfluß auf die geistige und politische Entwicklung der Menschheit gehabt hat.

Um so eigentümlicher erscheint es, daß nicht nur die Laienwelt, sondern auch der Ingenieur von Beruf über das weite Gebiet des Druckmaschinenbaues wenig unterrichtet zu sein pflegt. Keine technische Hoch- und Mittelschule befaßt sich damit anders als höchstens im Vorbeigehen, und auch das Schrifttum ist im Vergleich zu jenem auf andern Gebieten des Maschinenbaus dürftig; es stammt überdies großenteils nicht von Ingenieuren, sondern von Angehörigen des Buchgewerbes, die nicht für den Maschinenkonstrukteur, sondern für ihre Berufsgenossen schreiben. Daher ist es zu begrüßen, daß die Schriftleitung der „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Jahrbuch des V. d. I., die Anregung gab, die Geschichte der so bedeutsamen Erfindung der Druckmaschine durch *Friedrich Koenig* einem größeren, technisch gebildeten Leserkreise zugängig zu machen.

Um den Fortschritt zu würdigen, den die Druckmaschine für das graphische Gewerbe gebracht hat, muß man sich den Stand der Drucktechnik und ihrer Hilfsmittel am Ende des 18. Jahrhunderts vergegenwärtigen. Seit der Erfindung der Buchdruckerkunst durch *Joh. Gutenberg*[2]*), also im Laufe von etwa 350 Jahren, hatte sich an dem Druckverfahren nur wenig geändert. Bekanntlich bestand *Gutenbergs* Erfindung nicht, wie oft fälschlich angenommen wird, in dem Gedanken der beweglichen Typen, der schon bekannt war, sondern einerseits in einem Verfahren, genau maßgerechte Typen aus Metall zu gießen, andererseits von dem Typensatz vermittels einer Handpresse beliebig viele Abzüge zu machen. Der erste Teil seiner Erfindung gehört in die Vorgeschichte der Letterngieß- und Setzmaschinen und betrifft uns hier nicht, hingegen ist die Handpresse die Vorläuferin der Druckmaschine. Wir wollen daher kurz Aufbau, Leistung und Arbeitsweise dieser Presse betrachten.

Von *Gutenbergs* Handpresse haben sich weder Zeichnungen noch Abbildungen erhalten. Dagegen besitzen wir Holzschnitte von sehr alten Pressen, so von der des *Jodocus Badius*, Paris, 1507, Abb. 1. Eine andre Presse zeigt der Holzschnitt des *Jobst Ammann* vom Jahre 1564, Abb. 2. Aus den beiden Abbildungen geht der Bau der Presse und die Arbeitsweise an ihr deutlich hervor. Die ganze Presse war aus Holz, und zwar die nur tragenden Teile ebenso wie die den Druck und Zug aufnehmenden. Abb. 3 zeigt den Aufbau einer solchen Presse. Die beiden Wangen W_1 und W_2 waren meist bis zur Decke fortgeführt, wie in Abb. 1, oder doch gegen die Decke abgestützt, wie in Abb. 2. Zwischen den Querbalken Q_2 und Q_3 waren die Wangen auf Zug, außerhalb der Querbalken auf Druck beansprucht. Die Querbalken Q_2 und Q_3 waren auf Durchbiegung in Anspruch genommen. Q_2

[1]) Der Verfasser dieses Aufsatzes ist der Enkel *Friedrich Koenigs*. Ihn fesseln noch manche persönlichen Beziehungen an den Gegenstand der Beschreibung. Die Schriftleitung.

[2]) Vgl. „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 11, Berlin 1921, S. 89.

Digitized by Google

trägt das Muttergewinde für die hölzerne Schraubenspindel S_1, die mit dem Preßbengel B gedreht werden kann und dadurch das Heben und Senken des Drucktiegels T besorgt. Die Form F wird auf dem Karren K befestigt; dieser ruht auf dem Querbalken Q_3 und kann auf Schienen vermittels eines um eine Trommel laufenden Riemens ein- und ausgefahren werden. In Abb. 1 und 2 ist die Kurbel zum Drehen der Trommel ersichtlich. An dem Karren war das „Rähmchen" angelenkt, Abb. 2, das mit Pergament oder Stoff überspannt war und auf dem der Papierbogen angelegt wurde. Auf der Bespannung wurde auch die sogenannte Zurichtung befestigt, die den Zweck hatte, Ungleichheiten der Form durch Aufkleben von entsprechenden Papierstückchen auszugleichen. An dem Rähmchen war ein zweiter Rahmen, der sogenannte Deckel, Abb. 2, angelenkt, der mit Papier bespannt und nur an den Druckstellen ausgeschnitten war. Er hielt den Bogen beim Umlegen des Rähmchens fest und verhinderte, daß die weißen Papierränder beschmutzt wurden.

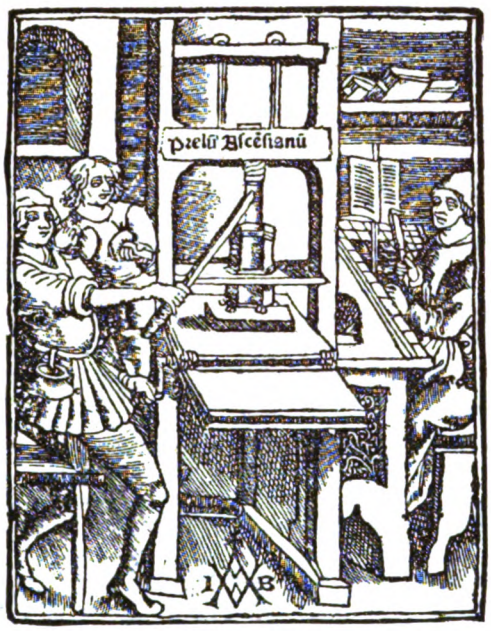


Abb. 1. Presse von *Joducus Badius* (1507)

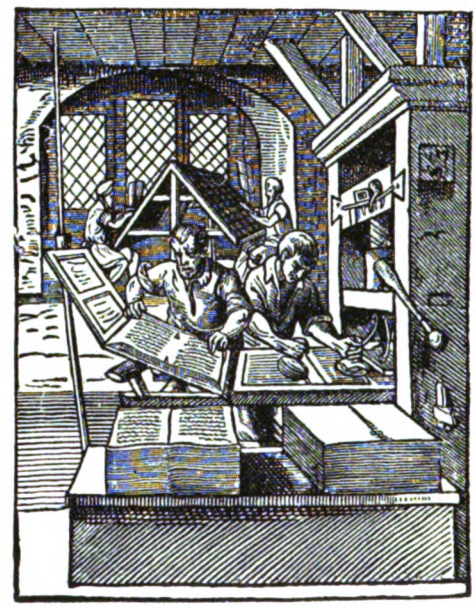


Abb. 2. Presse von *Jobst Ammann* (1564)

Zur Bedienung der Presse waren zwei Männer erforderlich. Der eine färbte die Form mit Lederballen ein, Abb. 2. Der andre hatte den Bogen auf das Rähmchen zu legen und in die auf dem Bilde sichtlichen beiden Spitzen, Punkturen, einzudrücken. Hierdurch wird der Bogen einmal am Verschieben gehindert, anderseits wird dadurch erreicht, daß die Bogen, die ja bei der zweiten Anlage (für den Widerdruck oder den Druck einer zweiten Farbe) in die beim ersten Druckgang gestochenen Löcher eingelegt werden, zu der Form in die gleiche Lage kommen oder, wie der Drucker sagt, „registerhaltig" gedruckt werden. Hierauf werden Rähmchen und Deckel umgelegt, die Form mit dem daraufliegenden Bogen eingefahren, durch Anziehen des Preßbengels der Druck ausgeübt; sodann wird die Form wieder ausgefahren, Rähmchen und Deckel aufgeklappt und der bedruckte Bogen herausgenommen. Nun beginnt der erste Mann wieder seine Arbeit, indem er die Form von frischem einfärbt. Das Spiel läuft von neuem ab. Daß man auf diese Weise wundervolle Drucke herstellen konnte, das beweisen die prächtigen Erstlingsdrucke, wie die berühmte 42zeilige Bibel und andre Werke, die mit großer Sicherheit noch auf *Gutenberg* selbst zurückgehen. Aber das Verfahren war doch sehr umständlich, und man begreift, daß diese ganze Reihenfolge von Handgriffen in der Minute nicht oft wiederholt werden konnte; viermal war das höchste, d. h. man erzielte nicht mehr als 240 Abdrücke in einer Stunde.

Doch noch ein andrer Umstand setzte der Leistungsfähigkeit der Handpresse enge Grenzen; nicht hinsichtlich der Zahl der stündlichen Abdrücke, sondern in Bezug auf deren Größe. Neuere Untersuchungen[3]) haben ergeben, daß zum Ausdrucken einer Satzform der gewöhnlichen Korpusschrift ein Druck von 9 kg/cm², für Holzschnitte von 18 kg/cm² und für schwere Unterdrucke bis zu 234 kg/cm² erforderlich ist. Da bei der Handpresse der Druck der ganzen Satzfläche in einem einzigen Augenblick erfolgen muß, so ist leicht festzustellen, daß die Muskelkraft des Menschen, an der primitiven hölzernen Schraubenspindel angesetzt, nicht ausreichte, um große Satzflächen auf einmal zu drucken. Dazu kam, daß die elastische Formveränderung der den Druck und Zug aufnehmenden Teile, die, wie schon gesagt, aus Holz waren (insbesondere der Querbalken Q_2 und Q_3 und der Wangen W_1 und W_2 in Abb. 3), bei Steigerung der Pressung so bedeutend wurden, daß an ein Ausdrucken großer Formen gar nicht gedacht werden konnte.

Solange daher die Handpressen im wesentlichen aus Holz bestanden, und das war der Fall bis zu Ende des 18. Jahrhunderts, waren sie nur zum Drucke einer Folioseite eingerichtet. Diese Größe hatte der Drucktiegel, während der Karren doppelt so groß war, also den Satz für zwei Folio-Seiten oder einen Foliobogen aufnehmen konnte. Der Foliobogen wurde also in zwei Absätzen gedruckt, erst die eine Folio-Seite, dann nach Verschiebung des Karrens die zweite. So wurde bis zum Ende des 18. Jahrhunderts allgemein auf der hölzernen Handpresse gearbeitet. Erst als der Drucker *Fr. Wilh. Haas* in Basel dazu überging, ein Presse zu bauen, die zum größten Teil aus Eisen bestand, und 1800 *Lord Stanhope* in England eine vollständig eiserne Presse schuf, Abb. 4, konnte ein Folio-Bogen = zwei Folio-Seiten in einem Zuge gedruckt werden, aber auch das offenbar nur, wo in Ruhe gearbeitet werden konnte.

Anders in einer Zeitungsdruckerei, wie der der „Times', wo schon damals die höchstmögliche Schnelligkeit in der Drucklegung verlangt wurde. *F. A. Bauer*

[3]) Die technischen Anforderungen des Wertpapierdruckes, Doktordissertation des Bauinspektors *Georg Nicolaus* zur Erlangung der Würde eines Doktoringenieurs an der Technischen Hochschule in Charlottenburg 1909.

Digitized by Google

macht in einer Denkschrift von 1851 [4]) eine bemerkenswerte Angabe über die Leistung der Stanhope-Pressen in der Times-Druckerei, bevor die Doppelmaschinen *Koenigs* aufgestellt wurden; er sagt: „. . . und das war es auch im Vergleich mit dem Produkt der Handpresse, auf welcher man nur dann ca. 500 Bogen auf einer Seite gedruckt erhalten konnte, wenn man den Satz von einer Seite (gemeint ist die eine Seite des Bogens, die zwei Schriftsatzkolonnen enthält) auf zwei je mit drei Personen besetzte Pressen verteilte, und wenn die Drucker mit einer bis an die Grenze der menschlichen Kräfte gesteigerten Anstrengung arbeiteten."

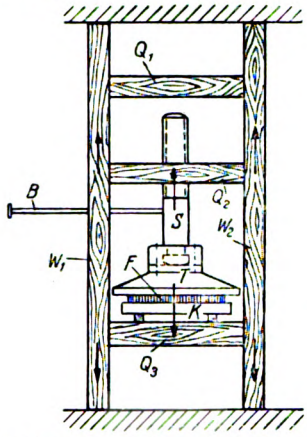


Abb. 3. Schematische Darstellung der hölzernen Handpresse

Danach hätte man mit zwei Pressen und sechs Mann Bedienung 500 einseitig bedruckte Bogen in jeder Stunde erhalten; auf eine Presse fiel also eine Leistung von 250 ganzen Bogen, wobei jedoch zu beachten ist, daß dabei auf jeder Presse stündlich „ca. 500" Drucke, allerdings in Form nur einer Seite „Times", geleistet werden mußten. Es mußte also die oben beschriebene Anzahl von Handgriffen in der Minute „ca. achtmal" wiederholt werden; das scheint fast unglaublich, aber allerdings sagt *Bauer* „ca. 500" und fügt hinzu, daß die Drucker bis an die Grenze menschlicher Kraft angestrengt waren, und es waren deren drei, anstatt wie sonst üblich zwei. Jedenfalls wäre das eine Höchstleistung, die als Regel sicher nicht erreicht wurde.

Das also war der Stand der Drucktechnik, als *Friedrich Koenig* heranwuchs. Er hat selbst in seiner Lehrzeit als Drucker jedenfalls sogar noch auf hölzernen Handpressen gearbeitet. *Johann Friedrich Gottlob Koenig* wurde am 17. April 1774 zu Eisleben geboren. Er entstammte einem im südlichen Harze weit verbreiteten Bauerngeschlecht. Auch sein Vater war Landwirt. *Koenig* besuchte die Volksschule und dann das Gymnasium in Eisleben, bis zu welcher Klasse wissen wir nicht. Da die Verhältnisse der Familie ziemlich beschränkt waren, so beschloß der Vater, den Sohn ein Handwerk erlernen zu lassen, und gab ihn bei der berühmten Druckerei von Breitkopf & Härtel in Leipzig im Jahre 1790 in die Lehre. Nach dem Lehrlingseinschreibebuch wurde er 1794 freigesprochen. Er verblieb aber noch bis Michaelis 1795 als Geselle in der Druckerei. 1791 bereits war der Vater gestorben und hatte die Familie in sehr dürftigen Verhältnissen hinterlassen. Trotzdem übte *Friedrich Koenig* nun nicht seinen Beruf als Setzer und Drucker, wie zu erwarten gewesen wäre, aus, sondern verwendete offenbar die folgenden Jahre zur Vervollständigung seiner allgemeinen und mathematisch-technischen Ausbildung. In einem Briefe vom Jahre 1804, der uns erhalten ist, sagt er selbst, daß er sich nach Beendigung der Lehre den „Wissenschaften" gewidmet habe. Wie und wo das geschehen, erfahren wir nicht. Jedenfalls geschah es mit größtem Ernst und Eifer. Denn der klare, mustergültige Stil und die logische und systematische Gliederung des Stoffes, die die zahlreichen hinterlassenen Schriftstücke *Koenigs* auszeichnen, sei es technischen, volkswirtschaftlichen oder privaten Inhalts, zeigen uns einen Mann, der, obwohl Autodidakt, auf der Höhe der Bildung seiner Zeit stand.

Erst vom Jahre 1802 ab ist wieder Näheres über ihn bekannt. In diesem Jahre schloß er mit einem Jugendbekannten *Fr. W. Riedel* in Eisleben einen Vertrag ab. Darin verpflichtete sich *Koenig*, mit einem von *Riedel* zur Verfügung zu stellenden Kapital eine Buchhandlung

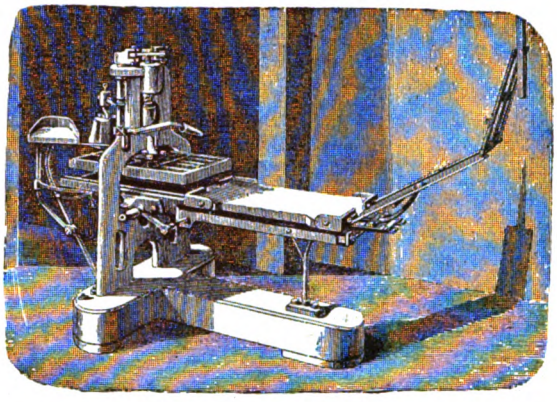


Abb. 4. *Carl Stanhopes* eiserne Handpresse

oder Buchdruckerei zu errichten, die auf gemeinsame Rechnung betrieben werden sollte. Dieser Plan kam jedoch nicht zur Ausführung, vielmehr wurde vereinbart, daß das *Riedel*sche Geld zur Ausführung der Erfindung verwendet werden sollte, mit der *Koenig* sich seit einiger Zeit beschäftigte. Es war die Verbesserung der Handpresse, die damals in seinem Geiste schon Gestalt angenommen hatte, und zu der er durch seine Erfahrungen an der Handpresse in seiner Lehrlingszeit angeregt worden war. 1803 wandte sich *Koenig* nach Suhl, einem Orte, der durch seine Waffenfabrikation damals ein bedeutendes Ansehen genoß, und ließ bei dem Mechaniker *Wolfgang Kummer* eine Presse nach seinen Plänen bauen. *Koenig* selbst sagt über diesen ersten Versuch in Suhl in einem von ihm gezeichneten Artikel in den „Times" vom 8. Dezember 1814 folgendes: „Mein ursprünglicher Plan beschränkte sich bloß auf die Verbesserung der gewöhnlichen Buchdruckpresse, bei der das Farbauftragen durch einen Apparat verrichtet werden sollte, der mit der Bewegung des Karrens verbunden war, so daß auf diese Weise ein Mann gespart werden konnte. Da aber durch diesen Plan nichts an der Geschwindigkeit gewonnen werden konnte, so kam mir bald der Gedanke selbst in den Sinn, diese Presse durch Maschinerie in Bewegung zu setzen oder die verschiedenen Bewegungen auf eine umdrehende Bewegung zurückzuführen, um dann irgendeine erste bewegende Kraft anbringen zu können."

Inwieweit dieser Plan bezüglich seines zweiten Teiles wirklich ausgeführt wurde, läßt sich nicht mehr mit Bestimmtheit sagen. Immerhin haben sich eine Anzahl von Zeichnungen dieser Presse erhalten, die in den Abb. 5 bis 9 wiedergegeben sind, und die ein eindeutiges Bild davon geben, wie diese Presse und ihr Antrieb gedacht war, und wie sie arbeiten sollte. Aus Abb. 5 ist zunächst die Wirkungsweise zu ersehen: die Zeichnung stellt den Augenblick des Stillstandes dar, wobei der Karren *K* mit der Form seine äußerste Stellung links einnimmt, Deckel *D* und Rähmchen *R* offen sind, der Drucktiegel angehoben ist und Farbwerk und Trommel *T* in Ruhe sind. Es wird jetzt ein Bogen in das Rähmchen eingelegt und Deckel *D* mit der Hand umgeklappt. Nun beginnt der Karren durch Drehung der Trommel *T* seine Bewegung nach rechts. Hierbei wird die Form durch die

[4]) Die Erfindung der Druckmaschine. Druck von F. A. Brockhaus, Leipzig 1851.

Digitized by Google

unterste Farbwalze des gleichzeitig in Drehung versetzten Farbwerkes *F* beim Hindurchgehen eingefärbt; das bei *X* an den Karren angelenkte und gegen den ortfesten Ständer gelehnte Rähmchen legt sich von selbst auf die Form um und fährt mit der Form unter den Tiegel. Der Tiegel geht nun herab, druckt und hebt sich wieder. Jetzt beginnt durch entgegengesetzte Drehung der Trommel *T* die Linksbewegung des Karrens *K*. Dabei muß, bevor der Karren das Farbwerk erreicht, das Rähmchen *R* aufgeklappt und der Deckel *D* wieder von Hand aufgeschlagen werden; bei der weiteren Linksbewegung des Karrens wird die Form beim Durchgang unter dem Farbwerk *F* wieder, also zweimal, eingefärbt.

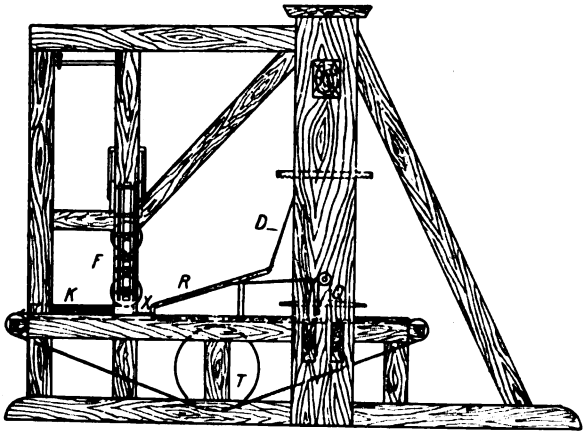


Abb. 5. *Koenigs* erste Suhler Maschine (1803), Vorderansicht

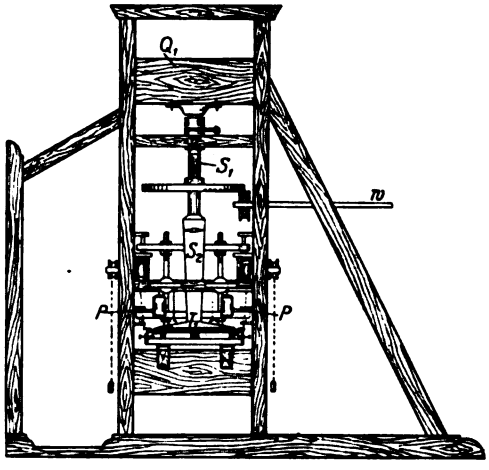


Abb. 6. *Koenigs* erste Suhler Maschine (1803), Seitenansicht

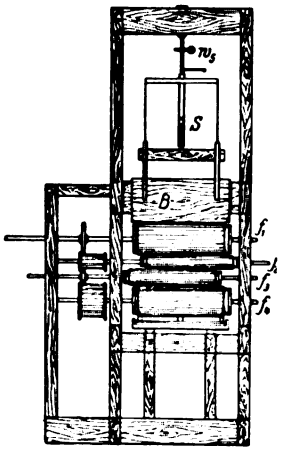


Abb. 7. Farbwerk der Suhler Maschine, Seitenansicht

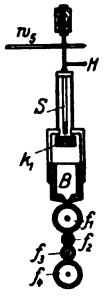


Abb. 8. Farbwerk der Suhler Maschine, Schnitt

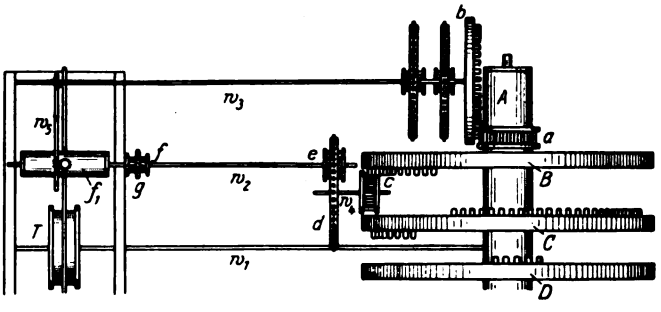


Abb. 9. Antrieb der Suhler Maschine, Grundriß

Nun tritt abermals Stillstand der Presse ein. Der bedruckte Bogen wird aus dem Rähmchen genommen, ein neuer Bogen eingelegt und das Spiel beginnt von vorn. Die Aufgabe, die sich *Koenig* bei dieser ersten Presse gestellt hatte, war, unter Beibehaltung des Grundgedankens der Handpresse, alle Vorrichtungen des Druckens mechanisch zu betätigen bis auf das Einlegen und Abnehmen der Bogen.

Im einzelnen läßt sich aus den Zeichnungen folgendes ersehen: Der Baustoff der Presse war fast durchweg Holz, insbesondere gilt dies von den gesamten Gestellen, wie aus Abb. 5 und 6 deutlich zu sehen ist. Das Farbwerk stellt eine grundsätzliche Neuerung und den Hauptfortschritt gegenüber der Handpresse dar. Abb. 7 und 8 zeigen es eingehend. Die in dem Behälter *B* befindliche Farbe wurde durch Kolben k_1 vermittels Schraube *S* durch den am Boden des Behälters befindlichen Schlitz ausgepreßt und auf die oberste Farbwalze f_1 abgegeben. Der Kolben konnte sowohl mit der Hand durch Hebel *H* oder selbsttätig durch Welle w_5 und ein Schneckengetriebe nachgestellt werden. Auf der Antriebzeichnung, Abb. 9, ist die Welle w_5 und ihr Antrieb wieder zu sehen. Die vier Farbwalzen f_1, f_2, f_3, f_4 waren nach Abb. 8 mit einem elastischen Stoff, wohl Ballenleder, bezogen. Sämtliche Walzen standen in Zahneingriff und waren angetrieben durch Welle w_2, Abb. 9, die bei jedem Hin- und Hergang des Karrens den Drehsinn wechselte. Die beiden kleineren Walzen f_2 und f_3 hatten zudem zwecks Verreibung der Farbe eine entgegengesetzt gerichtete seitliche Bewegung, die ihre Richtung jedesmal mit dem Drehsinn der Walzen änderte. Die Achse der einen Walze war zu diesem Zwecke mit Rechtsgewinde, die der andern mit Linksgewinde versehen, dem ein Muttergewinde im Seitengestell entsprach, Abb. 7. Dieses Farbwerk ist die Urform aller späteren Farbwerke; *Koenig* selbst hat es in der Folgezeit schon sehr verbessert, und nach ihm hat es noch viele Änderungen erfahren; aber grundsätzlich ist es bis heute dasselbe geblieben.

Der Hin- und Hergang des Karrens wird durch die Trommel *T*, Abb. 5, bewirkt. Um die Trommel liegt ein Gurt, von dem ein Ende links, das andre rechts am Karren befestigt ist. Eine Drehung der Trommel im Sinne des Uhrzeigers, Abb. 5, bewirkt also eine Bewegung des Karrens von links nach rechts und umgekehrt. Außerdem mußte für einen vollständigen Arbeitsgang, also für die Zeit zwischen einem Druck und dem folgenden, die Trommel *T* und mit ihr der Karren mit Form zweimal stillestehen, einmal zum eigentlichen Druck, das zweite Mal zum Einlegen eines neuen Bogens. Bei der Handpresse, wo die Trommel durch eine Handkurbel gedreht wurde, ergab sich diese Folge von Rechtsdrehung, Still-

Digitized by Google

stand, Linksdrehung, Stillstand von selbst. *Koenig* wollte aber die Trommel offenbar mechanisch bewegen, wie aus Abb. 9 hervorgeht, wo die Antriebwelle w_1 der Trommel deutlich zu sehen ist. Die obenbezeichnete Bewegungsfolge mechanisch zu bewirken, setzte aber einen recht verwickelten Mechanismus voraus. Wir kommen bei Besprechung des Antriebes der Maschine darauf zurück. Übrigens mußte der Weg des Karrens wesentlich länger sein wie bei der Handpresse, da die Form beim Ausfahren nicht nur aus dem Bereiche des Tiegels gebracht werden, sondern auch noch unter dem Farbwerk hindurchgefahren werden mußte.

Das Öffnen und Schließen des Rähmchens und des Deckels. Das Rähmchen war auf der entgegengesetzten Seite wie bei der Handpresse, Abb. 2, an den Karren angelenkt, da es ja nicht mit der Form unter dem Farbwerk durchgehen durfte. Der Deckel mußte auf jeden Fall von Hand umgelegt und aufgeklappt werden. Das Umlegen des Rähmchens *R*, Abb. 5, mit dem darauf liegenden Deckel vollzog sich bei der Bewegung des Karrens nach rechts von selbst, wobei das Gewicht *Q* dem Rähmchen annähernd das Gleichgewicht hielt. Das Gewicht *Q* mußte jedoch so bemessen sein, daß bei geschlossenem Rähmchen dieses das Übergewicht über *Q* hatte. Beim Ausfahren der Form nach links bestand allerdings kein Bestreben des Rähmchens, sich selbst zu öffnen. Es mußte also mit der Hand geöffnet werden, oder das Öffnen mußte durch ein Kurvenstück, das auf der Zeichnung allerdings nicht angedeutet ist, wenigstens eingeleitet werden.

Der eigentliche Druckapparat ist in Abb. 6 dargestellt. Er ist demjenigen der Handpresse genau nachgebildet. Nur wird der Druck nicht wie bei dieser durch eine Schraube, auch nicht durch eine Kniehebelanordnung, sondern auf folgende Weise ausgeübt: Die Spindel besteht aus zwei Teilen (S_1 und S_2), die ineinander verzapft sind, und deren Enden nicht senkrecht zur Achse abgestochen sind, sondern schraubenförmige Flächen bilden. Durch Drehen des Oberteiles S_1, dem der Balken Q_1 als Widerlager dient, wurde der Unterteil S_2 und damit Tiegel *T* nach abwärts gedrückt und dadurch der Druck erzeugt. Bei der entgegengesetzten Drehung von *S* wurden der Tiegel und S_2 durch die Gewichte *P*, *P* wieder gehoben. S_1 wurde durch ein Rädergetriebe gedreht, das durch die Welle *w* seinen Antrieb erhielt. In der Antriebzeichnung, Abb. 9, fehlt leider dieser Teil des Antriebes, da das Blatt entzweigeschnitten und der andre Teil verlorengegangen ist. Zur Regelung des Druckes konnte das Widerlager der Spindel S_1 durch eine Schraube verstellt werden.

Den Antriebmechanismus zeigt Abb. 9 gemäß der Originalzeichnung. Er ist durch seine altertümliche Bauweise recht bemerkenswert. Alle Getriebe sind aus Holz, ebenso die Hauptwelle *A*, nur deren Zapfen ist aus Eisen; sie ist eine Bogenwelle, d. h. sie macht für jeden vollständigen Arbeitsgang, also für jeden bedruckten Bogen eine Umdrehung. Zunächst wird durch das hölzerne Getriebe *a b* die Welle w_3 in ununterbrochene, gleichgerichtete Drehung versetzt. Durch Schneckengetriebe und durch Vermittlung der Welle w_5 wird von w_3 aus die senkrechte Schraubenspindel *S* des Farbkastens, Abb. 8, gedreht und dadurch der Kolben k_1 langsam abwärts gedrückt. Auf der Antriebwelle *A* sehen wir ferner zwei Holzscheiben *B* und *C* mit Triebstöcken auf einem Teile ihres Umfanges versehen. Diese Triebstock-Scheiben arbeiten zusammen mit dem Rade *c*. Je nachdem die Triebstöcke *B* oder *C* in Eingriff mit *c* sind, dreht sich Welle w_4 rechts oder links und damit durch Vermittlung des Getriebes *e d*, der Welle w_2 und des Getriebes *f g* auch der oberste Farbzylinder f_1 und die übrigen mit f_1 in Zahneingriff stehenden Farbwalzen. Die Umkehr des Drehungssinnes ist nötig, weil die Auf-

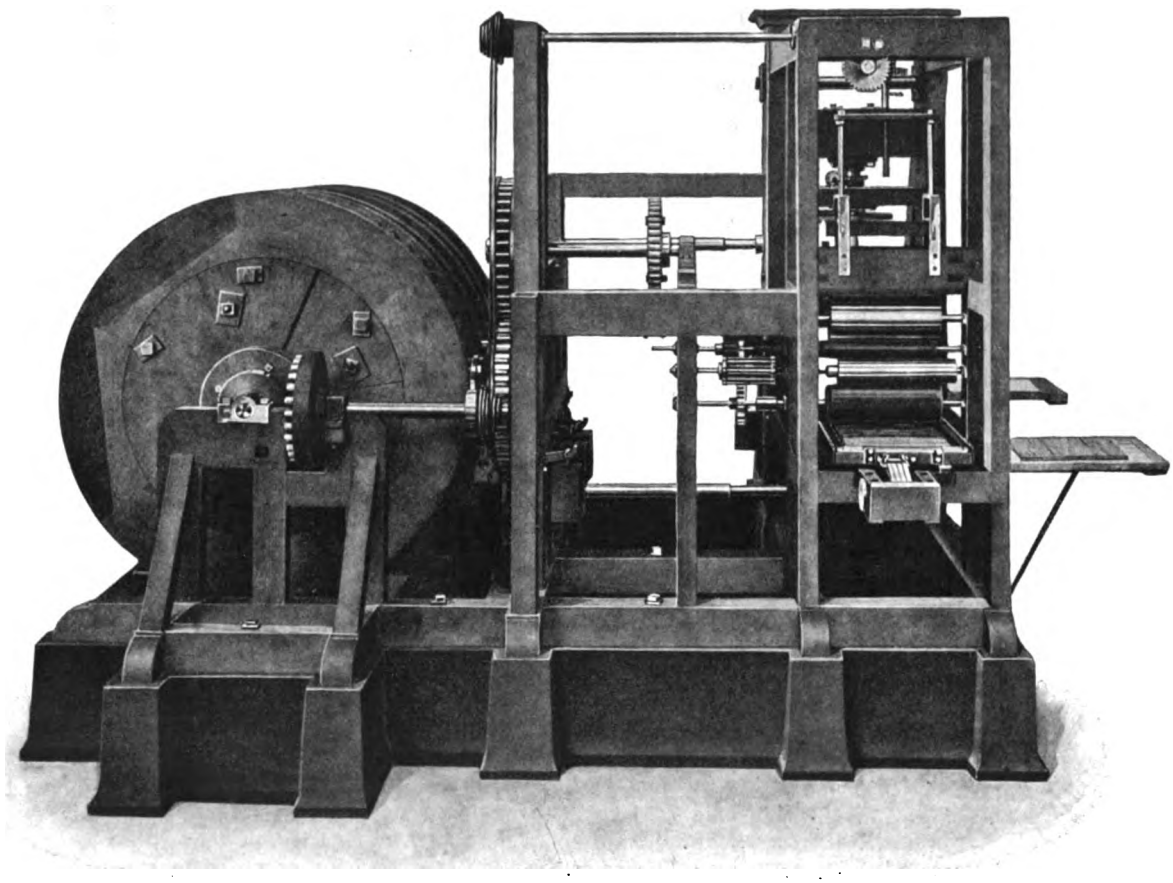


Abb. 10. Modell der Suhler Maschine

Digitized by Google

tragwalze sich einmal auf der nach rechts, das andre Mal auf der nach links gehenden Form abrollen muß.

In Abb. 9 ist ferner die Triebwelle w_1 der Trommel *T* zu sehen, die die Bewegung des Karrens vermittelt, Abb. 5. Es war oben gesagt worden, daß die Trommel sich für jeden Arbeitsgang intermittierend drehen muß, und zwar in der Folge: Stillstand, Rechtsdrehung, Stillstand, Linksdrehung. Diese Bewegung läßt sich auf ganz gleiche Weise erzeugen, wie wir es eben für die Bewegung der Farbzylinder zeigten. Das Antriebrad auf Welle w_1 ist in der Zeichnung leider nicht angedeutet; es befand sich aber sicher zwischen den Triebstockscheiben *C* und *D*. Dem Hingang des Karrens entsprachen z. B. eine bestimmte Anzahl von Triebstöcken auf Scheibe *C*, dem Rückgang die gleiche Anzahl auf Scheibe *D*, wie es auch auf Abb. 9 zu sehen ist; der übrige Umfang auf beiden Scheiben hatte keine Zähne; da, wo zahnlose Teile der Scheibe sich gegenüberstanden, trat Stillstand der Welle w_1 ein. Man sieht, daß durch entsprechende Verteilung der Triebstöcke auf beiden Scheiben eine beliebige Folge und beliebige Länge der Perioden des Stillstandes, der Rechtsdrehung und Linksdrehung für jede Umdrehung der Welle *A* erzeugt werden konnte. Es mußte aber für eine Verriegelung der Welle w_1 während des Stillstandes gesorgt sein, damit der zwangläufige Zusammenhang des ganzen Mechanismus gewahrt blieb.

Der Antrieb der Welle *w*, Abb. 6, zur Bewegung des Tiegels ist leider auf der Antriebzeichnung nicht mehr zu finden, da, wie schon gesagt, das Blatt hier abgeschnitten ist. Es läßt sich aber sehr leicht einsehen, wie er beschaffen gewesen sein muß.

Man sieht, es sind in den zeichnerischen Unterlagen manche Lücken. Aber doch kann man sich ein zusammenhängendes Bild von dem Bau dieser allerersten Druckmaschine machen. Oberingenieur *Otto Schulz* von der Firma Koenig & Bauer, Würzburg, hat den dankenswerten Versuch unternommen, ein Modell dieser Maschine im Maßstab 1 : 2 zu konstruieren. Wie man aus Abb. 10 sieht, ist es eine verwickelte, schwerfällige Maschine, aber es war immerhin eine Maschine, die sämtliche Bewegungen, die an der Handpresse vorkommen, auf eine einzige drehende Bewegung zurückführte. Nur das Einlegen des Bogens in das Rähmchen und das Abnehmen des bedruckten Bogens hatte mit der Hand zu geschehen. Die Maschine wurde nie vollendet, obwohl Druckversuche darauf gemacht wurden; die mechanischen Hilfsmittel der Kummerschen Werkstätte reichten wohl nicht aus. Dazu überwarf sich *Koenig* mit *Kummer* und siedelte Ende 1803 nach Meiningen über, von wo aus er noch eine Zeitlang den Bau leitete. 1804 wurde dieser aber eingestellt; die nächste Veranlassung dazu war wohl Geldmangel. *Koenigs* Gesellschafter *Riedel*, der 5000 Taler hergeben sollte, kam selbst in Schwierigkeiten und stellte seine Zuschüsse ein, nachdem er etwa die Hälfte gezahlt hatte. Hier begannen die ersten Geldnöte *Koenigs*, die seine ganze Erfinderlaufbahn wie ein dunkler Schatten, man kann fast sagen, bis zu seinem Tode begleiteten. Um sich die Mittel zur Fortführung seiner Versuche zu verschaffen, verfaßte er jetzt eine mit Zeichnungen versehene Denkschrift über seine Erfindung, die er zunächst an den bayerischen Landeskommissar in Würzburg, Graf v. Thürheim, schickte; dieser sollte sie den „großen Mathematikern und Mechanikern der Universität" zur Begutachtung vorlegen. Thürheim lehnte aber eine Unterstützung durch den bayerischen Staat glatt ab. So sandte *Koenig* nun die Denkschrift an den damals hervorragendsten Verleger Leipzigs, *Georg J. Göschen*. Auch *Göschen* ging nicht auf *Koenigs* Ideen ein; er meinte, mit einer solchen Maschine könne man wohl viel, aber nichts Gutes machen. Nachdem *Koenig* dann durch einen Besuch in Wien den Direktor der dortigen Staatsdruckerei, *Degen*, vergeblich für seine Pläne zu gewinnen versucht hatte, wandte er sich mit einer persönlichen Eingabe an den Kaiser *Alexander I.* von Rußland und reiste, ermutigt durch ein Antwortschreiben, im Sommer 1806 nach Petersburg, um seine Sache selbst zu vertreten. Nachdem er dort wochenlang hingehalten worden war, entschloß er sich rasch, dem Kontinent den Rücken zu kehren und in England sein Glück zu versuchen.

Bereits 1803, als er beim Bau der ersten Maschine in Suhl auf große Schwierigkeiten stieß, hatte er sich mit diesem Gedanken getragen und schon damals Erkundigungen über die Londoner Verhältnisse eingezogen. Inzwischen war es ihm immer klarer geworden, daß nur England, damals das klassische Land des Maschinenbaues, die technischen Hilfsmittel besaß, die zur Ausführung eines so bedeutenden Planes erforderlich waren. Ende November 1806 traf er in London ein, man kann sagen: als Schiffbrüchiger. Die Versuchsmaschine stand unvollendet in Suhl, seine Bemühungen, Kapital für die Fortsetzung seiner Unternehmung auf dem Kontinent zu erhalten, waren gescheitert; mittellos stand er in der Weltstadt London. Die ersten Monate verdiente er seinen Lebensunterhalt als Setzer in einer Buchdruckerei, später fand er eine Anstellung in der Buchhandlung eines Deutschen namens *Weise*. Noch im Jahre 1807 lernte er aber einen bedeutenden Buchdrucker, *Thomas Bensley*, kennen, den er für seine Erfindung einzunehmen vermochte. Am 31. März 1807 kam ein Vertrag zustande, von dem wir nur wissen, daß *Koenigs* Entschädigung in der Hälfte der Ersparnisse bestehen sollte, die *Bensley* durch die Anwendung von *Koenigs* Maschine machen würde. *Koenig* schätzt dies sehr zuversichtlich auf 6000 Thaler im Jahre. Aus den ersten 2½ Jahren, die dem Abschluß des Vertrages folgten, hören wir nichts über den Fortschritt des Baues der Maschine. Jedenfalls hat er ziemliche Beträge verschlungen, und *Bensley* wollte das Wagnis nicht mehr allein tragen. Es wurden daher zwei weitere Londoner Buchdrucker beigezogen, *George Woodfall* und *Richard Taylor*, und am 27. September 1809 kam zwischen den vieren ein neuer Vertrag zustande: *Bensley*, *Woodfall* und *Taylor* verpflichteten sich, das für die Vollendung der Maschine und die Erwerbung des Patentes erforderliche Kapital zur Verfügung zu stellen. *Koenigs* Aufwendungen für die Erfindung bis zu seiner Verbindung mit *Bensley* wurden zu 1066 £ festgestellt. Dieser Betrag sollte ihm als Anteil angerechnet werden, wenn die Maschine bei Verwendung von je einer Person zum Anlegen und Abnehmen des Bogens stündlich 400 Drucke lieferte. In diesem Vertrage wird zum erstenmal *F. A. Bauer* erwähnt, er war zu *Koenigs* Rechtsnachfolger bestimmt und sollte den Bau der Maschine, an dem er offenbar schon beteiligt war, zu Ende führen, falls *Koenig* vorher stürbe.

F. A. Bauer, 1783 in Stuttgart geboren, wollte zuerst die Geometer-Laufbahn ergreifen und studierte zu diesem Zwecke in Tübingen, wo er sich den Magister-Titel erwarb. Er wandte sich dann der Feinmechanik zu und kam etwa ein Jahr früher als *Koenig* nach England. Beide Männer verband sehr bald eine bis zu *Koenigs* Tod währende Freundschaft und Arbeitsgemeinschaft, die in der Gründung der Firma Koenig & Bauer in Kloster Oberzell b. Würzburg im Jahre 1817 ihren äußeren Ausdruck fand. *Bauer* hat von jetzt an an der Ausführung von *Koenigs* Erfindung einen hervorragenden Anteil.

Das Patent wurde im März 1810 auf *Koenigs* Namen unter Nr. 3321 erteilt und die Maschine im April 1811 endlich in Betrieb gesetzt. Fast vier Jahre hatte also der Bau in Anspruch genommen. *Koenig* schreibt in dem oben erwähnten Artikel in den „Times" am 8. Dezember 1814 darüber: „Der Bogen *H* des neuen Annual Register f. 1810 ‚Principal Occurrences', 3000 Auflage, wurde damit gedruckt und ist, dessen bin ich überzeugt, der erste Teil eines Buches, der je mit einer Maschine gedruckt wurde." Auch von dieser Maschine haben sich nur sehr lückenhafte Werkstattzeichnungen erhalten. Dagegen sind die bis in die Einzelheiten peinlich ausgeführten Patentzeichnungen noch vorhanden sowie eine Seiten- und

Digitized by Google

Stirnansicht in der obengenannten Denkschrift *Bauers* vom Jahre 1851. Wir geben diese beiden in Abb. 11 und 12 wieder.

Auf den ersten Blick sieht man, daß das Prinzip dieser Maschine dasselbe ist, wie das der Suhler Maschine. Der Druck erfolgt durch einen ebenen Tiegel wie bei der Handpresse, die Form wird beim Ein- und Ausfahren selbsttätig eingeschwärzt. Alle Bewegungen werden mechanisch von einem Antrieb aus betätigt bis auf das Einlegen und Abnehmen der Bogen. Der große Fortschritt gegenüber der Suhler Maschine lag aber in der

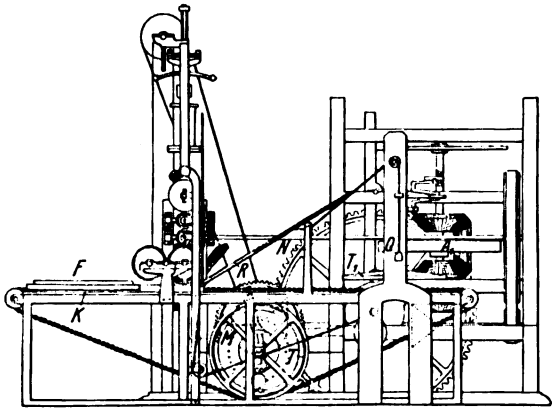


Abb. 11. Erste Londoner Maschine mit Drucktiegel (1811), Vorderansicht

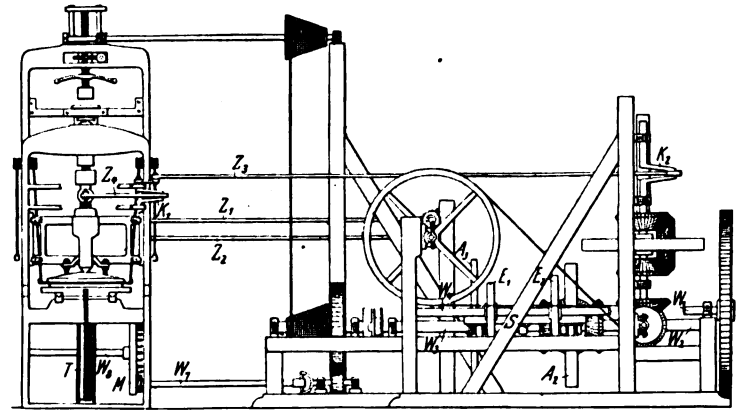


Abb. 12. Erste Londoner Maschine mit Drucktiegel, Seitenansicht

Ausführung, der man sofort ansieht, daß hier die Hilfsmittel eines schon entwickelten Maschinenbaues zur Verfügung standen. Zunächst ist die eigentliche Presse ganz aus Eisen; nur die Gestellteile des Antriebwerkes, das auch hier wie bei der Suhler Maschine einen großen Raum einnimmt, waren aus Eichenholz. Sodann sehen wir eine Reihe von Elementen des Maschinenbaues zweckentsprechend verwendet; Stirnräder und Kegelräder aus Gußeisen, Kurbeln und gekröpfte Wellen, Hooksche Gelenke, Differentialgetriebe mit konischen Rädern, Gelenkketten, kegelförmige Seilscheiben zur Regelung der Geschwindigkeit u. a. m. Auch das Farbwerk zeigt gegenüber dem Suhler Farbwerk eine Reihe von Verbesserungen. Auf der oberen Farbwalze ist eine weitere Walze von kleinem Durchmesser angebracht, die den Zweck hat, die aus dem Farbkasten ausgepreßte Farbe sofort wirksam zu verteilen und zu verreiben. Die Farbwalzen hatten den Querschnitt, wie in Abb. 13 dargestellt. Die hohle Achse *A* ist in zwei Sternen *b* gelagert, die das Messingrohr *c* tragen, *d* ist eine Filzschicht, *e* Leder. *A* und *c* haben eine große Anzahl feiner Löcher. Dampf oder Wasser, durch die Hohlachse eingeführt, hielt auf diese Weise den Filz feucht und damit das Leder geschmeidig. Die beiden Stirnseiten mußten daher durch Böden geschlossen sein. Sodann sehen wir hier zwei Auftragwalzen, Abb. 11, an Stelle der einen in der Suhler Maschine. Im Gegensatz zu den heutigen Farbwerken berühren sich aber diese beiden Walzen und können daher nicht gleichzeitig über die Form laufen, da sie entgegengesetzten Drehsinn haben; sie sind in einem schwingenden Gestell gelagert, das vom Karren aus gesteuert wird in der Weise, daß beim Hingang der Form die eine, beim Rückgang die andre Walze einfärbt. Wegen des Hebens und Senkens der Walzen muß in dem Antriebe ein Hooksches Gelenk eingeschaltet sein, was in der Patentzeichnung zu sehen ist. Diese Anordnung hatte aber den großen Vorteil, daß die sämtlichen Farbwalzen ununterbrochen den gleichen Drehsinn beibehalten konnten, daß also ein verwickelter Antriebmechanismus für die Bewegungsumkehr wegfallen konnte. Ferner ist durch die Einschaltung eines kegelförmigen Seilscheibenpaares in den Antrieb des Farbkolbens eine Regelung der Farbabgabe in weiten Grenzen erzielt worden.

Der Hin- und Hergang des Karrens *K* und der Form *F* wird wie bei der Suhler Maschine durch eine Trommel *T* bewerkstelligt, über die hier aber anstatt eines Riemens eine Gelenkkette läuft, Abb. 11 und 12. Die Drehung der Trommel muß genau wie dort intermittierend sein, und zwar für jeden Arbeitsgang in der Folge: Rechtsdrehung, Stillstand, Linksdrehung, Stillstand. An Stelle des unförmigen Triebstockwerkes sind aber richtige Mechanismen verwendet. Die Unterbrechung der Bewegung wird durch ein Differentialgetriebe mit Kegelrädern hervorgebracht, das auf Abb. 12 zu sehen ist. Das bewegliche Kegelrad ist in der freilaufenden Scheibe A_2 gelagert. Die von der Antriebwelle W_1 entnommene Bewegung wird von Welle W_2 auf Welle W_3 erst dann übertragen, wenn Scheibe A_2 festgehalten wird. Dies geschieht durch eine um einen senkrechten Stift in wagerechter Ebene schwingende Schiene *S*, die sich entweder in eine Aussparung der Scheibe A_2 legt und dadurch das mittlere Kegelrad festhält (wodurch die Bewegung auf Welle W_3 übertragen wird) oder Scheibe A_2 freigibt und sich in einen Ausschnitt der auf Welle W_3 festsitzenden Scheibe A_3 legt und so diese Welle verriegelt. Die Schiene wird durch zwei unrunde Scheiben E_1 und E_2 gesteuert, die auf einer Ganzbogenwelle W_4 sitzen. Weitergeleitet wird die Bewegung dann durch die an ein Hooksches

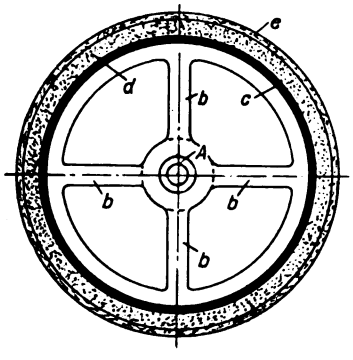


Abb. 13. Farbwalze der ersten Londoner Maschine, Schnitt

Gelenk angreifende Welle W_7, die das Mangelradgetriebe M^5) treibt, Abb. 12. Hierdurch wird die Welle W_8 und damit die Trommel *T* abwechselnd rechts und links gedreht, je nachdem das Mangelrad innerhalb oder außerhalb die Triebstöcke angreift und so den Hin- und Hergang des Karrens bewirkt.

Das Rähmchen *R* ist insofern gegenüber der Bauart bei der Suhler Maschine verändert, als der Deckel nicht an dem freien Ende des Rähmchens angelenkt ist,

5) *F. Redtenbacher*, „Die Bewegungsmechanismen", Heidelberg 1857, S. 18, Tafel XXXVII.

Digitized by Google

sondern an dem Drehpunkt des Rähmchens selbst. Hierdurch wird erreicht, daß, wie das Rähmchen, so auch der Deckel sich selbsttätig beim Ausfahren bzw. Einfahren des Karrens öffnet und schließt. Dies vollzieht sich durch die Bewegung des Karrens, an dem Rähmchen und Deckel angelenkt sind, durch die Anlehnung des Rähmchens an den ortfesten Ständer *N* und einen Satz von Gewichten. In der Patentschrift ist diese sehr sinnreiche Bewegung ausführlich beschrieben.

Der eigentliche Druckapparat unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem der Suhler Maschine, Abb. 12. Jedoch lag schon in dem eisernen Bau ein großer Fortschritt; die Presse vermochte natürlich ganz andre Druckbeanspruchungen auszuhalten als die hölzerne in Suhl. Für die Ausübung des Druckes war *Koenig* wieder zur Schraube zurückgekehrt, vermutlich weil auch die eisernen Stanhope-Handpressen diese hatten. Die Schraube wurde durch eine gekröpfte Welle K_1 vermittels der Zugstange Z_4 gedreht. Die Bewegung wird durch die Zugstange Z_3 vom Antrieb hergeholt, und zwar ist zwischen die Antriebwelle W_1 und die gekröpfte Welle K_2 wieder ein Differentialgetriebe mit Kegelrädern eingeschaltet, genau wie das oben beschriebene für die Bewegung des Karrens. Denn der eigentliche Druck nahm nur einen kleinen Bruchteil der Zeit in Anspruch, die auf den ganzen Arbeitsgang entfiel; die übrige Zeit hatte der Tiegel in gehobener Stellung stillzustehen. Der Tiegel wurde auch hier durch Gewichte gehoben.

So also war die erste Druckmaschine beschaffen, die *Koenig* in London baute. Hat sie nun den Erwartungen entsprochen? Wir sehen, daß tatsächlich auf ihr gedruckt wurde. Die Leistung muß wohl die versprochenen 400 Drucke stündlich erreicht haben, denn wir erfahren daß *Koenig* seine Vorauslagen im Betrage von 1060 £ auf seinen Anteil lt. Vertrag angerechnet wurden. Bedenkt man aber, daß die Regelleistung einer eisernen Handpresse 250 Druck/Stunde war, so erscheint die Mehrleistung gering im Vergleich zu den Herstellungskosten, die ein Vielfaches derjenigen einer Handpresse waren. *Bauer* schlug damals zur Erhöhung der stündlichen Lieferung den Bau einer Doppelmaschine vor, die zwei Tiegeldruckapparate mit einem dazwischenliegenden Farbwerk haben sollte. Der Plan wurde nicht ausgeführt, da das Verhältnis zwischen Druckleistung und Herstellungskosten sich wohl kaum dadurch verbessert hätte.

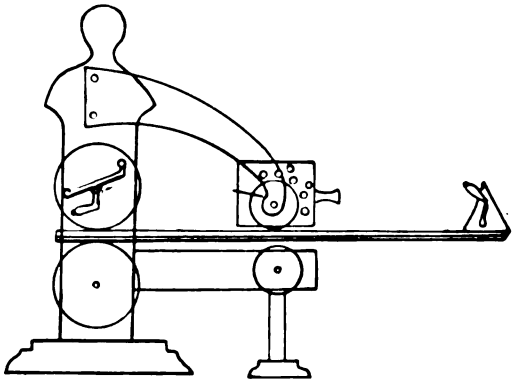


Abb. 14. Skizze aus *Nicholsons* Patent

Koenig aber ging einen andern Weg. Er verließ den ebenen Druck mittels Tiegels und ging zum zylindrischen Druck über. Unter dem 30. 10. 1811 wurde ihm ein englisches Patent Nr. 3496 auf diese Maschine erteilt, die im Dezember 1812 vollendet wurde, und zwar in der inzwischen eigens für die Zwecke des Unternehmens errichteten Werkstätte in White-Cross Street. Bevor wir den Bau dieser ersten Zylindermaschine betrachten, wollen wir kurz auf einen Prioritätsstreit eingehen, der sich an diese erste Zylindermaschine knüpft. *Koenigs* erste Nachahmer in England und englische Fachliteraten haben, nachdem er erfolgreich mit seiner Zylindermaschine hervorgetreten war, einen gewissen *William Nicholson* in den Vordergrund geschoben, der 1790 ein Patent auf ein neues Druckverfahren genommen hatte, und den sie als den eigentlichen Erfinder hinzustellen sich bemühten. *Koenig* höchstens einen zweiten Platz einräumend. Richtig ist, daß *Nicholson* in jenem Patent in allgemeinster Form darlegt, daß man von ebenen Satzformen oder auch von zylindrischen Formen (wobei er verjüngte Lettern verwenden will) vermittels eines als Druckorgan dienenden

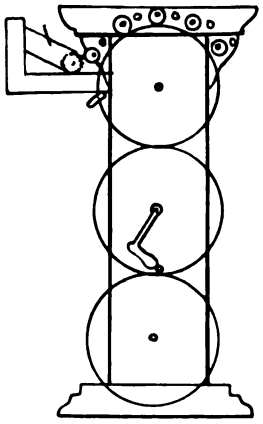


Abb. 15. Skizze aus *Nicholsons* Patent

Zylinders Abdrücke auf Papier, Zeug und ähnliche Stoffe erhalten kann. Es ist im wesentlichen ein „Verfahrenspatent", durch das das Verfahren, von einer Form durch einen sich drehenden Druckzylinder nach und nach einen Abdruck zu erhalten, geschützt werden soll, im Gegensatz zu dem seither üblichen Verfahren, von einer Form durch einen ebenen Tiegel auf einmal einen Abdruck zu gewinnen. Um zu zeigen, wie dieses Verfahren ausgeübt werden kann, gibt *Nicholson* drei Beispiele, die durch Zeichnungen erläutert werden; wir fügen diese bei. In Abb. 14 wird der ebene Satz unter dem ortfest gelagerten Druckzylinder hin und her gefahren; in Abb. 15 wird der Bogen zwischen dem ortfesten Formzylinder und dem ortfesten Druckzylinder hindurchgeführt; in Abb. 16 wird der fahrbare Druckzylinder mit dem Farbwerk über den ortfesten ebenen Satz hingerollt. Das, was hier abgebildet ist, sind aber keine Maschinen, sondern lediglich Vorrichtungen, um die Wirkungsweise des Verfahrens zu erläutern. Wohl ist in Abb. 14 und 15 gewissermaßen ein einheitlicher Antrieb vorhanden, der durch die Handkurbel angedeutet ist; aber man bemerke, daß diese Vorrichtungen nur so in Gang gesetzt werden können, daß man von Hand einmal rechts und einmal links dreht oder das Drehen

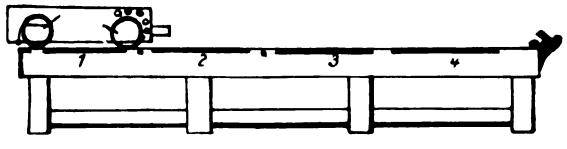


Abb. 16. Skizze aus *Nicholsons* Patent

überhaupt für einen beliebigen Zeitraum unterbricht. Die Vorrichtung nach Abb. 16 hat nicht einmal diese Art von Antrieb; hier wird das den Druckzylinder und das Farbwerk tragende Gestell einfach von Hand hin und her geschoben. So etwas ist weit davon entfernt, eine Maschine zu sein; zum Begriff der Maschine gehört eine einzige, beständig und gleichförmig umlaufende Antriebwelle, von der sämtliche Bewegungen entnommen werden, und das fehlt bei *Nicholsons* Skizzen vollkommen. Nur auf eine solche Antriebwelle kann auch eine mechanische Kraft übertragen werden. Es ist daher vollkommen falsch,

Digitized by Google

wenn *Nicholson* zum Schlusse des Patents behauptet, daß auf seine Vorrichtungen „jede bewegende Kraft, Wind, Wasser, Dampf, angewendet werden kann".

Wohl mag es Erfindungen geben, bei denen das Verfahren fast alles, die zu deren Ausübung erdachten mechanischen Mittel sehr wenig bedeuten. Im Maschinenbau kommt es aber wohl häufig vor, daß das Verfahren selbst weniger bedeutet, gewissermaßen auf dem Wege liegt und nur aufgehoben zu werden braucht, die mechanischen Mittel zu seiner Ausübung, die Maschine, aber fast alles bedeuten, und so verhielt es sich mit der Druckmaschine. Der Weg von dem Verfahren des zylindrischen Druckes, auf den *Nicholson* hinweist, zur Zylinderdruckmaschine *Koenigs* ist sehr weit. Wenn man *Nicholson* volle Gerechtigkeit widerfahren lassen will, so kann man sagen, er habe das Verfahren des zylindrischen Druckes erfunden, — vorausgesetzt, daß andre nicht schon früher diesen Gedanken öffentlich ausgesprochen haben, und daß man d e n einen Erfinder nennen kann, der den Nachweis der Ausführbarkeit und praktischen Verwendbarkeit schuldig bleibt [6]). Der Erfinder der Zylinderdruckm a s c h i n e ist aber *Nicholson* nie gewesen, das war *Koenig*, der auch erst jenen Nachweis erbracht hat. Denn weder *Nicholson* selbst, noch sonst jemand hat je den Versuch gemacht, das Patent auszubeuten; es war verfallen und vergessen, als *Koenig* nach London kam. Ja *Koenig* war der Erfinder der ersten Druckmaschine überhaupt, denn schon seine nach dem Prinzip des ebenen Druckes arbeitende Suhler und die erste Londoner Maschine waren Maschinen in dem oben angeführten Sinn, und erst recht seine erste Zylinderdruckmaschine. Vorher gab es keine Druckmaschinen. Es bleibt noch zu erörtern, ob *Koenig* durch *Nicholsons* Patent, das er nach seiner eigenen Aussage 1807 kennen gelernt hatte, zur Anwendung des zylindrischen Druckverfahrens angeregt wurde. In einem gedankenreichen Artikel im *Andreä*ischen Handbuch [7]), der eine Erwiderung auf eine Abhandlung *T. C. Hansards* über Druckmaschinen in dessen „Typographia" [8]) darstellt, und in dem *Koenig* fast totgeschwiegen, *Nicholson* aber als der alleinige Erfinder aller Druckmaschinen dargestellt wird, erklärt *Koenig* ausdrücklich, daß er von *Nicholson* keinerlei Anregung bezüglich des zylindrischen Druckes empfangen habe, wohl aber von *Donkin*. Dieser war, als *Koenig* gerade die Proben mit der ersten Londoner Maschine machte, gleichfalls mit dem Bau einer Druckmaschine beschäftigt. Diese merkwürdige Maschine sollte mit einem prismatischen Formträger, auf dessen Flächen ebene Formen befestigt wurden, Abdrücke vermittels eines Druckzylinders liefern. Die Maschine blieb zwar ein totgeborenes Kind, aber sie hatte tatsächlich einen Zylinder als Druckorgan. Ob *Donkin* dabei seinerseits durch das *Nicholsons*che Patent angeregt wurde, mag dahingestellt bleiben. Alle jene Erbauer von Druckmaschinen aber, die in England unmittelbar nach *Koenig* auftraten, haben jedenfalls nicht aus *Nicholsons* Patent, sondern aus *Koenigs* im Betriebe befindlichen Maschinen geschöpft, die sie ja zum Teil, wie *Cowper* und *Applegath*, kopiert haben. Nachdem die Druckmaschine einmal die Gestalt angenommen hatte, die die erste Londoner Maschine *Koenigs* zeigt, lag der Ersatz des Drucktiegels durch den Druckzylinder außerordentlich nahe, und *Koenig* schreibt selbst in dem erwähnten Artikel des *Andreä*ischen Handbuches: „So hatte ich schon sehr oft an den zylindrischen Druck gedacht, aber erst im Jahre 1811 eine Art des Gebrauches und der Anordnung der Teile gefunden, wodurch etwas gewonnen wurde, und die noch jetzt an allen Druckmaschinen von mir und andern in Anwendung ist." Die Fälle, in denen derselbe Gedanke in zwei Köpfen unabhängig voneinander entsteht, sind in der Geschichte der Erfindungen ja sehr häufig. Sehen wir doch auch, daß *Koenig* das Einfärben der Form durch Walzen anstatt durch Ballen bereits 1803 erdachte und in der Suhler Maschine ausführte, ehe er den Namen *Nicholson* gehört hatte, der aber schon 1790 in seinem Patente sich dasselbe Verfahren hatte schützen lassen.

Zum Schlusse darf nicht unerwähnt bleiben, daß *Nicholson* selbst, obwohl er in London wohnte und die Vollendung der *Koenig*schen Erfindung noch erlebte, ja sich 1814 sogar *Koenig* als Sachwalter in Patentangelegenheiten anbot, nie auch nur den geringsten Anspruch erhoben hat, der Erfinder der Zylinderdruckmaschine zu sein. Wenn daher Dritte ihm nachträglich zu einem Ruhme verhelfen wollen, den er selbst nie beansprucht hat, obwohl er als Mann der Feder seine Rechte sehr wohl zu wahren imstande gewesen wäre, so geht schon daraus der tendenziöse Charakter dieser Bestrebungen hervor. Wenn *Cowper* und *Applegath* und der mit ihnen verbundene *Th. Bensley* in einem Artikel in der Literary Gazette am 26. Oktober 1822 *Nicholson* an den Anfang der Erfinder der Druckmaschine stellen, so geschah das in der Absicht, den offensichtlichen Diebstahl, den sie an *Koenigs* Erfindung begangen hatten, zu bemänteln, indem sie *Nicholson* als gemeinsame Quelle aufzudecken suchten. Wenn aber *T. C. Hansard*, ein angesehener Schriftsteller, in dem erwähnten Buche „Typographia" im Jahre 1825 *Koenig* kaum erwähnt, dagegen seine unmittelbaren Nachahmer breit behandelt, obwohl jeder Londoner Buchdrucker den wahren Sachverhalt damals kannte und *Koenigs* Maschinen schon seit 11 Jahren die „Times" druckten, so läßt sich die Vermutung nicht unterdrücken, daß dabei Nationalvoreingenommenheit mit im Spiele war. Dazu kam eine persönliche Empfindlichkeit des eitlen Mannes, dem *Koenig* auf einen Brief im Jahre 1819, worin er ihn um Unterlagen über seine Erfindung für seine Typographia bat, im Drange der Geschäfte nicht geantwortet hatte [9]).

Abb. 17, 18 und 19 zeigen diese erste Zylindermaschine nach den Patentzeichnungen. Vergleicht man die Ansicht der Suhler Maschine, Abb. 5, der ersten Londoner Tiegeldruckmaschine, Abb. 11, und nun der Zylindermaschine, Abb. 17, so erkennt man deutlich die stufenweise Entwicklung der Erfindung. Es war keine Zufallserfindung, die wie Athene aus dem Haupte des Zeus mühelos mit einem Schlage fix und fertig geboren wurde. Wie bei den meisten großen Erfindungen im Maschinenbau wurde sie nach den praktischen Bedürfnissen des Arbeitsverfahrens mühsam im Kampfe mit tausend Hindernissen von Stufe zu Stufe entwickelt, bis sie eine typische Gestalt annahm, die nun die Zylinderdruckmaschine darstellt. Sie ist die Urform aller späteren „Schnellpressen", wie nach dem Vorgange des Stuttgarter Buchdruckers *Frhr. von Cotta* diese Gattung von Druckmaschinen genannt wurde.

Das F a r b w e r k ist im wesentlichen das gleiche wie bei der Tiegeldruckmaschine. Geändert sind nur folgende Punkte: Der Farbbehälter *B* hat keinen rechteckigen, sondern kreisförmigen Querschnitt und am Boden eine kleine runde Öffnung, und der zylindrische Kolben ist luftdicht eingeschliffen. Die Farbe wird also nicht in Streifen von der Breite der Form, sondern in Punkten auf das Farbwerk abgegeben. Das scheint keine Verbesserung zu sein; denn an und für sich wird sich die Farbe über die ganze Breite der Form gleichmäßiger verteilen, wenn sie in Streifen abgegeben wird. Es ist zu vermuten, daß bei der bisherigen Anordnung die Farbabgabe nicht genug ge-

[6]) Bei K u p f e r d r u c k - Handpressen wurde übrigens von altersher der Druck durch einen Zylinder erzeugt. Die Übertragung auf den Buchdruck setzte keine besondere erfinderische Tätigkeit voraus. Vgl. a. „Deutscher Drucker", 33. Jahrg., Heft 2, S. 143/144.

[7]) Handbuch der Buchdruckkunst, Andreäische Buchhandlung, Frankfurt a. M. 1827.

[8]) *T. C. Hansard*, Typographia, Baldwin, Cradock & Joy, London 1825, S. 689 ff.

[9]) Vgl. a. *Theodor Göbel*, Friedrich Koenig und die Erfindung der Schnellpresse, Stuttgart 1883, S. 119 ff.

William Blades, „The invention of the Steam Press", Printers Register, London vol. XIII, Nr. 244/252.

Albrecht Bolza, Friedrich Koenig der Erfinder der Schnellpresse, „Lebensläufe aus Franken", 3. Bd., Würzburg 1926.

Digitized by Google

drosselt werden konnte, also im allgemeinen zuviel Farbe an die Farbzylinder abgegeben wurde. Von diesem Gesichtspunkte aus stellte allerdings die tropfenweise Abgabe eine Verbesserung dar, zumal durch den luftdichten Abschluß des Kolbens im Zylinder verhindert wurde, daß die Farbe durch ihr eigenes Gewicht auslief. Sodann sind

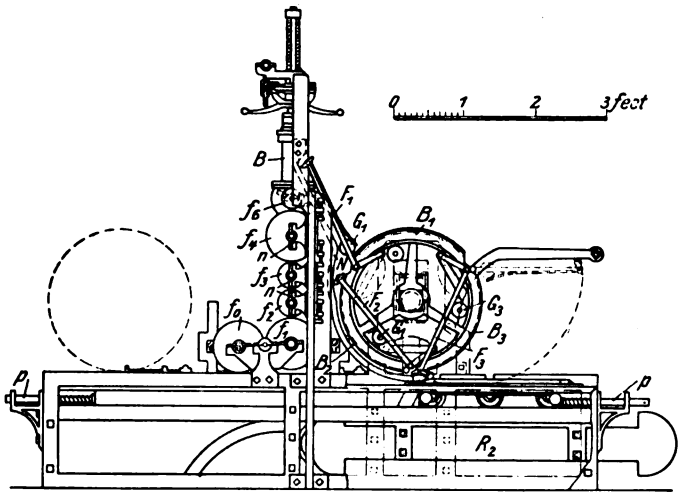


Abb. 17 Erste Zylinderdruckmaschine (1812), Vorderansicht

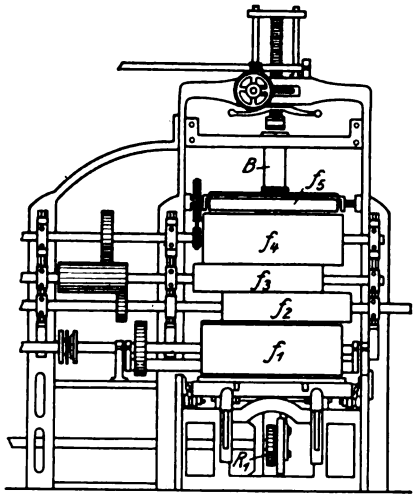


Abb. 18. Erste Zylinderdruckmaschine, Seitenansicht

zwischen Farbbehälter und der obersten Farbwalze zwei Reibzylinder f_5 und f_6 eingeschaltet. Sie sind im Gegensatz zu den übrigen Walzen des Farbwerkes nicht mit Leder bekleidet, sondern bestehen aus Messing oder Holz und verreiben die Farbe durch ihre harte Oberfläche erst hinreichend, bevor sie an die Farbwalzen weitergegeben wird. Schließlich sind die oberen Farbwalzen nicht im Seitengestell, sondern in besonderen kleinen verstellbaren Schlitten gelagert, und so kann die gegenseitige Pressung der einzelnen Walzen eingestellt werden.

Der Hin- und Hergang des Karrens vollzieht sich bei der Zylinderdruckmaschine unter andern Bedingungen als bei der Tiegeldruckmaschine. Wir sahen, daß bei dieser für jeden Arbeitsgang je ein Stillstand für den Druck und je ein Stillstand für das Einlegen des Bogens nötig war; die Drehung der Welle, die den Antrieb des Karrens vermittelte, mußte also zweimal unterbrochen werden. Diese Unterbrechungen und der hierfür nötige verwickelte Mechanismus fallen nun bei der Zylindermaschine weg, der Karren macht ununterbrochen seinen Hin- und Hergang. Dieser wird erzeugt durch ein an einem Universalgelenk U, Abb. 19, aufgehängtes Mangelrad R_1, Abb. 18, das in einem mit Triebstöcken versehenen unter dem Karren befestigten Doppelrechen R_2 bald oben, bald unten eingreift[10]). Dabei wird der Karren mit gleichförmiger Geschwindigkeit hin und her geführt; nur an beiden Enden erfolgt die Umkehr mit nach dem Sinusgesetz zu- und abnehmender Geschwindigkeit. Es ist im Wesen der gleiche Mechanismus, den *Koenig* bei der Tiegeldruckmaschine für die Bewegungsumkehr angewendet hatte, nur ist der Durchmesser des Triebstockrades hier unendlich, also dieses durch eine Triebstockstange ersetzt. Zur Milderung der Stöße an den toten Punkten sind auf jeder Seite zwei Federpuffer p vorgesehen.

Der Druckzylinder. Die Oberfläche des Zylinders ist an drei Stellen von Gruben unterbrochen; es ent-

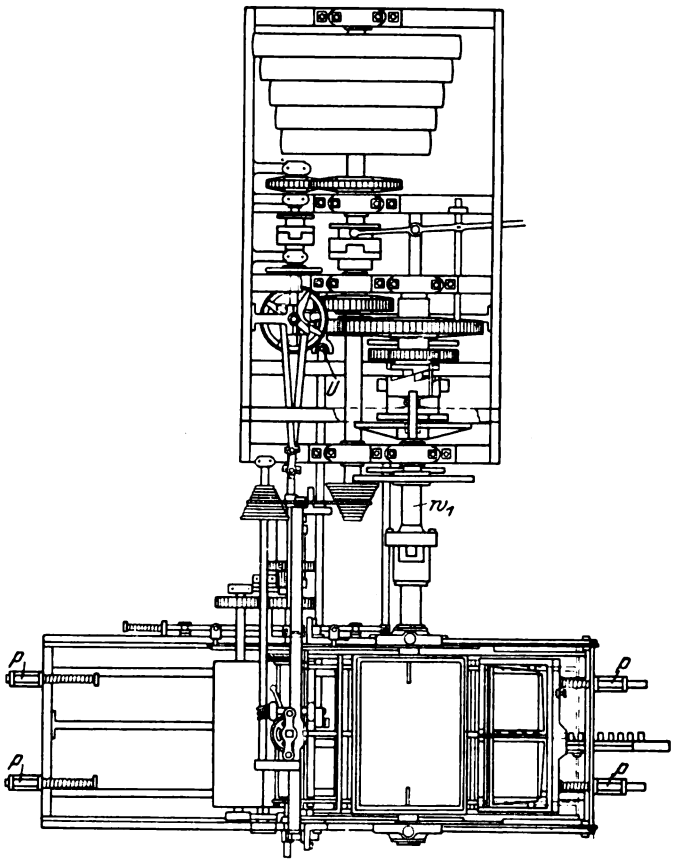


Abb. 19. Erste Zylinderdruckmaschine, Grundriß

stehen dadurch drei Druckflächen B_1, B_2 und B_3, die der Größe eines Druckbogens entsprechen. Der Druckzylinder ist nicht nur das eigentliche Druckorgan, sondern er ist auch Träger des Druckbogens, was bei der Tiegeldruckpresse das Rähmchen ist. Wie dieses, ist jede Druckfläche mit Filz und Pergament bezogen. Diesen Bezug nennt *Koenig* auch in dem Patent „tympan", das ist der englische Ausdruck für das Rähmchen bei der Handpresse. Der Bogen auf dem „tympan", der bei der Handpresse durch den Deckel (engl. frisket) festgehalten wird, wird hier durch sogenannte „Frisketrähmchen" gehalten, deren für jede Druckfläche eines vorhanden ist. Diese drei Rähmchen F_1, F_2 und F_3 sind in den drei Zylindergruben an den Zylinder angelenkt und tragen drei verstellbare Gurte, von denen zwei auf die Ränder des Bogens gestellt werden können, einer in den Mittelsteg. Das eine Ende eines jeden Gurtes ist um ein Gehäuse G_1, G_2 und G_3 gewickelt, das durch eine Uhrfeder gespannt wird. Die Arbeitsweise ist nun folgende: In Abb. 17 ist der Augen-

[10]) Siehe *F. Redtenbacher*, „Die Bewegungsmechanismen", Heidelberg 1857, S. 17, Taf. XXXIII.

Digitized by Google

blick dargestellt, in dem die Form gerade ausgedruckt hat, also in ihrer äußersten Stellung rechts steht. Beim Rückgang der Form steht der Zylinder still, auf Druckfläche B_1 wird ein Bogen gelegt. Die Form wird auf ihrem Weg nach links einmal von Walze f_0 eingefärbt. Auf dem nun folgenden Weg nach rechts kommt die Form, nachdem sie ein zweites Mal, diesmal von Walze f_1, eingefärbt worden ist, in Berührung mit dem Druckzylinder, der sich in Bewegung setzt und den auf der Druckfläche B_2 liegenden und durch Frisketrähmchen F_2 festgehaltenen Bogen auf der Form abrollt. Der Druckzylinder dreht sich aber nur um 120°, um dann wieder stillzustehen. Bei dieser Drittelumdrehung hat sich das Frisketrähmchen F_1, auf der Schiene N gleitend, umgelegt, mittels der elastischen Gurte den Bogen an die Druckfläche B_1 angepreßt und ist in die Stellung 2 gelangt; Frisketrähmchen F_2 hat den Bogen durch den Druck geführt und ist in Stellung 3 gelangt, wo es sich öffnet, damit während des nun folgenden Stillstandes des Zylinders der bedruckte Bogen vom Zylinder abgenommen werden kann; Frisketrähmchen F_3 ist während dieser Dritteldrehung in Stellung 1 gewandert und ist wieder geöffnet. Während des nun folgenden Stillstandes des Zylinders geht die Form wieder nach links, und das Spiel beginnt von neuem, wobei jetzt der vorher auf die Druckfläche B_1 angelegte Bogen zum Drucke kommt.

Die Schwierigkeit dieser Anordnung lag in der Bewegung des Druckzylinders. Er mußte sich für jeden Arbeitsgang einmal, und zwar während des Rechtsganges des Karrens, um 120° drehen mit einer gleichförmigen Umfangsgeschwindigkeit, die genau der Geschwindigkeit der Form entsprach; die ganze übrige Zeit des Arbeitsganges mußte er stillstehen. Wegen der Massenwirkung war es natürlich praktisch unmöglich, den schweren Zylinder etwa durch eine Klauenkupplung plötzlich aus- und einzurücken. Um nun einen allmählichen Übergang vom Stillstand in die volle Geschwindigkeit und aus dieser wieder in den Stillstand zu erzielen, hat *Koenig* einen sehr sinnreichen Mechanismus erdacht, der in den Abb. 20 und 21 dargestellt ist. Welle w_1, Abb. 20, trägt in ihrer Fortsetzung den Druckzylinder, am andern Ende den verschiebbaren Teil A_1 einer Klauenkuppelung. Der zweite Teil A_2 der Klauenkupplung ist mit Zahnrad R_1 verschraubt, das auf einer gemeinsamen Nabe mit R_2 sitzt. R_1 und R_2 drehen sich lose auf Welle w_2. R_2 erhält seine Bewegung vom Hauptantrieb, R_1 treibt durch R_3 die Welle w_3 an, die eine Bogenwelle ist, d. h. für jeden bedruckten Bogen eine Umdrehung macht. S_1 und S_2 sind zwei Scheiben, die den Ausrückhebel h der verschiebbaren Kupplungshälfte A_1 steuern. Der Hebel trägt einen Daumen d, der bei zurückgezogener Kupplungshälfte in einen Einschnitt der Scheibe S_3 eintritt und damit die Stellung der Welle w_1 und des Druckzylinders sichert. Wäre keine weitere Vorkehrung getroffen, so würde auf diese Weise der Zylinder augenblicklich aus- und eingerückt, was aber bei seiner Massenbeschleunigung sofort den Bruch des ganzen Mechanismus herbeiführen würde. Dem wird vorgebeugt durch den in Abb. 21 dargestellten Mechanismus.

Auf der Zylinderwelle w_1 sitzt ein aus drei Hörnern N_1, N_2 und N_3 bestehender Körper, auf Welle w_3 eine Scheibe mit einem Segmentstück N_4. Der Hornkörper ist auf Welle w_1 so verbohrt, daß die Spitze des einen Hornes im Augenblick des Stillstandes der Welle genau in dem Zentrum der Welle w_3 liegt, Abb. 21. Welle w_3 dreht sich beständig in dem angedeuteten Sinne. Bei dieser Drehung beeinflußt das Segmentstück N_4 die Welle w_1 so lange nicht, bis es in die in Abb. 21 gezeichnete Stellung gelangt. In diesem Augenblick wird der Daumen d aus der Scheibe S_3 zurückgezogen (ohne daß die beiden Kupplungshälften A_1 und A_2 sich noch berühren), und gleichzeitig erteilt nun das Segment N_4 durch seine Abwicklung auf Horn N_3 der Welle w_1 bzw. dem Druckzylinder eine beschleunigte Drehbewegung. Erst dann wird die Kupplungshälfte A_1 voll eingeschaltet. Wenn auch in diesem Augenblick die Geschwindigkeiten der beiden Kupplungshälften A_1 und A_2 noch nicht ganz gleich sind, so wird doch der Stoß wesentlich gemildert. Bei der nächsten Umdrehung von w_3 wirkt das Segmentstück dann mit Horn N_2, bei der dritten mit N_1 zusammen usw.

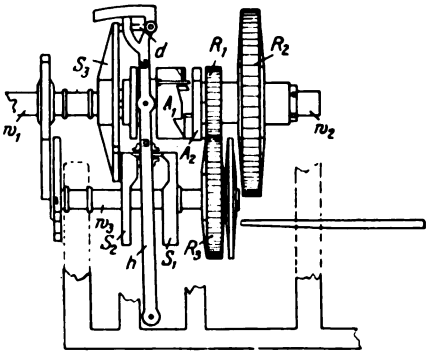


Abb. 20. Druckzylinderantrieb der ersten Zylindermaschine

Das Antriebwerk der Zylindermaschine, obgleich einfacher als bei der ersten Tiegelmaschine, war immer noch sehr umfangreich und verwickelt, vgl. Abb. 19. Es nahm eine Fläche ein, die fast so groß war wie die der eigentlichen Druckmaschine.

Im Dezember 1812 wurde die Maschine in Betrieb gesetzt. Bogen *G* und *X* von „Clarkson, Life of Pen Vo. I" sind die ersten Blätter, die je auf einer Zylindermaschine gedruckt wurden. Es wurde eine stündliche Geschwindigkeit von 800 Bogen erreicht, also ein großer Fortschritt gegenüber der Handpresse und auch der ersten Tiegeldruckpresse. Bei der Beurteilung der Leistung dieser Zylinderdruckmaschine gegenüber der Handpresse darf man jedoch nicht nur die Zahl der stündlichen Drucke betrachten, sondern auch die Größe der Druckfläche, also der Satzform. Die Leistung der Handpresse wie der Druckmaschine hat also die Dimensionen cm²/Stunde. Bei dem Verfahren des ebenen Druckes wird die ganze Druckfläche in einem Augenblick gleichzeitig abgedruckt. Ist l die Länge, b die Breite der Form und p der zum Ausdrucken erforderliche spezifische Druck, so ist die Gesamtpressung: $P_e = b \times l \times p$ kg, wobei, wie wir oben sahen.

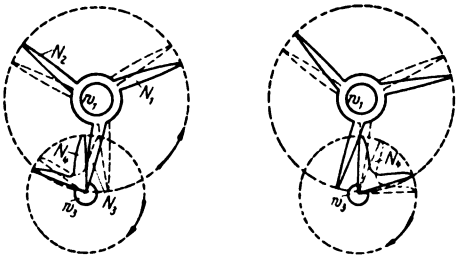


Abb. 21. Hornradmechanismus der ersten Zylindermaschine

je nach der Art der Satzform, p etwa zwischen 9 und 200 kg/cm² schwanken kann. Es ergeben sich hierbei derartige Pressungen, daß bei der hölzernen Handpresse höchstens eine Folioseite auf einmal gedruckt werden konnte, weil sonst elastische Formveränderungen des Pressegestelles eintraten, die das Ausdrucken der Satzform nicht mehr gestatteten. Selbst mit der eisernen Presse *Stanhopes* konnte nur ein ganzer Bogen = zwei Folioseiten gleichzeitig gedruckt werden, und dabei war die menschliche Muskelkraft, die allein zur Verfügung stand, aufs äußerste angestrengt. Anders liegt nun die Sache beim zylindrischen Druck. Die ebene Satzform und

Digitized by Google

die zylindrische Druckfläche berühren sich theoretisch in einer geraden Linie, praktisch in einer schmalen Fläche, da der Zylinder mit einem 1 bis 2 mm dicken elastischen Bezug bekleidet ist, der sich abplattet. Die Breite dieses Druckstreifens wurde bei mittleren Formaten durch die oben S. 2 erwähnten Untersuchungen des Dr. *Nicolaus* etwa zu 1,8 cm ermittelt. Da bei der Zylinderdruckmaschine die kleinere Abmessung b der Form in den Umfang, die größere l in die Länge des Zylinders fällt, so ist die eigentliche Druckfläche nur $1{,}8 \times l$. Auf diese Druckfläche wird ein spezifischer Druck von 9 bis 200 kg/cm² ausgeübt, so daß sich die Gesamtpressung ergibt zu: $P_e = 1{,}8 \times l \times p$ kg.

Die Beanspruchung der den Druck und Zug aufnehmenden Teile ist also viel geringer als bei der Handpresse, bzw. man kann wesentlich größere Formen drucken, ohne daß elastische Formenveränderungen eintreten, die das Ausdrucken der Form verhindern. Es ließen sich daher auf der Zylinderdruckmaschine ohne weiteres Doppelbogen, ja auch vierfache Bogen drucken. Bei einer stündlichen Lieferung von 250 einfachen Bogen für die Handpresse leistet die Zylinderpresse mit ihren 800 Bogen das 3,2fache. Legt man aber für die Zylinderpresse Doppelbogen oder vierfache Bogen zu Grunde, so steigt die Leistung auf das 6,4- bis 12,8fache. Solange das Papier noch nach dem alten Handschöpfverfahren hergestellt wurde, vermochte man überhaupt nur Bogen von einfacher Größe herzustellen, und selbst wenn man größere Bogen hergestellt hätte, so konnte man sie bei dem geschilderten schwerfälligen Verfahren der Handpresse gar nicht handhaben. Es kam daher *Koenigs* Erfindung außerordentlich zugute, daß kurz vorher die Papiermaschine in England eingeführt worden war und Druckbogen von beliebiger Größe erzeugt werden konnten, die sich anderseits wieder ohne Schwierigkeit in *Koenigs* Zylinderdruckmaschine verarbeiten ließen. *Koenig* hat deshalb die Entwicklung des Papiermaschinen-Baues sehr eifrig verfolgt und war, wie wir sehen werden, einer der ersten, die sie in Deutschland einführten. Denn die Druckmaschine zeigte ihre volle Überlegenheit erst bei Verwendung großer Formen, die die Handpresse nicht mehr zu bewältigen vermochte. Die Verbreitung der Druckmaschine war also durch die Verbreitung des Maschinenpapieres mit bedingt.

Die Herstellungskosten dieser neuen Druckmaschine standen jetzt in einem besseren Verhältnis zur Mehrleistung, so daß sich rechnende Buchdrucker nun mit dem Maschinendruck befreunden konnten. Sofort lud *Koenig* den hochangesehenen Besitzer der „Times" Mr. *Walter*, obwohl dieser früher eine Beteiligung an dem Unternehmen abgelehnt hatte, zur Besichtigung der Maschine ein. Die Wirkung auf *Walter* muß verblüffend gewesen sein; denn bevor er nach kurzem Aufenthalt die Werkstätte verließ, hatte *Koenig* seinen Auftrag auf zwei Maschinen, und zwar Doppelmaschinen, für die „Times" in Händen. Der erste Erfolg in diesem nun zehn Jahre währenden Erfinderleben, das so reich an Mühe, Entbehrungen und Enttäuschungen war!

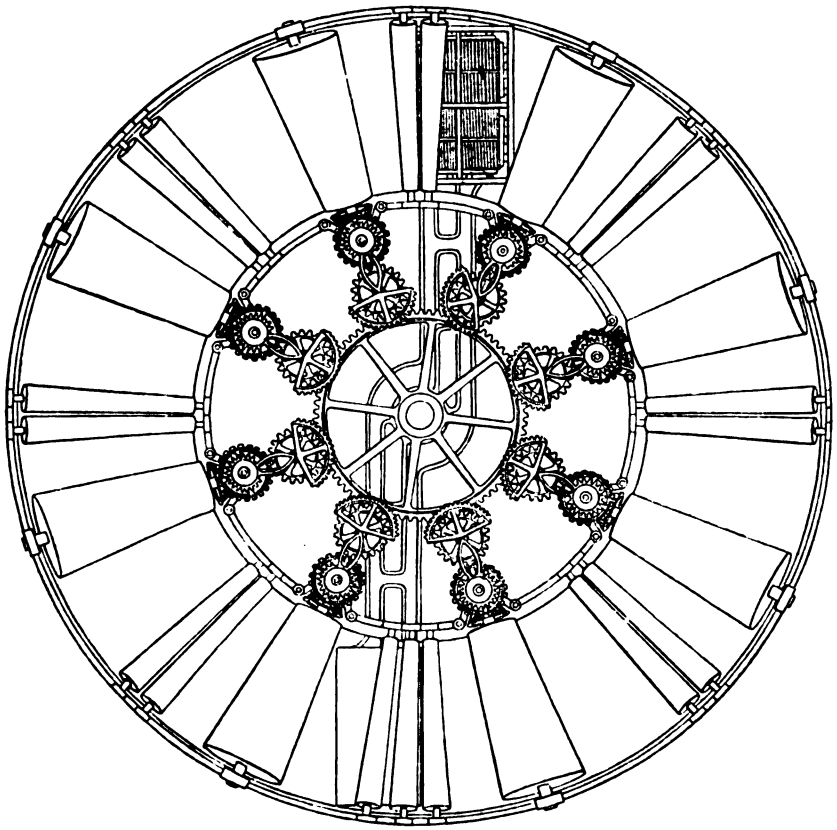


Abb. 22. Roundabout

Schon in seinem Patent Nr. 3496 von 1811 hatte *Koenig* sich das Verfahren der Doppelmaschine schützen lassen. Der punktierte Kreis links deutet in Abb. 17 den zweiten Druckzylinder an. Durch diesen wird der bei der Einzylindermaschine unproduktive Rückweg der Form gleichfalls zum Drucken ausgenutzt. Es sei hier einschaltend noch bemerkt, daß *Koenig* in dem Patent von 1811 sich noch eine weitere Ausführungsform seines neuen Druckverfahrens hat patentieren lassen, die sogenannte „Roundabout"-Maschine. Er erkannte klar, daß die Hin- und Herbewegung so bedeutender Massen, wie die des Karrens und der Form eine Steigerung der Geschwindigkeit nur in sehr engen Grenzen gestatten konnte, und so kam er auf den Gedanken, die Form um einen Mittelpunkt mit gleichförmiger Geschwindigkeit kreisen zu lassen und sie auf diesem Wege mit sovielen Druckzylindern in Berührung zu bringen, als es die räumliche Anordnung gestattete. Sämtliche Zylinder und Walzen mußten dabei natürlich kegelförmig sein. Abb. 22 zeigt diesen höchst eigenartigen Plan unter Verwendung von 10 Druck-

Digitized by Google

zylindern. Er ist, obgleich ausführbar, nie ausgeführt worden, wohl deshalb nicht, weil die Leistungsfähigkeit einer solchen Maschine den damaligen Bedarf weit überstieg. Er zeugt aber für den weitschauenden Geist *Koenigs*, von dem wir auch später noch Proben sehen werden.

Der Entwurf für die „Times"-Maschinen wurde sofort in Angriff genommen, wobei eine Reihe von Verbesserungen eingeführt wurden, die durch die Erfahrungen mit der ersten Zylindermaschine veranlaßt waren und die *Koenig* in einem dritten Patent, Nr. 3725 vom 23. Juli 1813, niederlegte. Sie beziehen sich zunächst auf das Farbwerk. Wir sahen, daß bei der ersten Zylindermaschine die Farbe aus dem zylindrischen Farbbehälter nur an einen Punkt in Form eines Tropfens ausgepreßt wurde und daß dies für die Verteilung ungünstig ist. Es ist daher jetzt unter dem Farbzylinder ein Rohr angeordnet, das in seiner ganzen Länge mit Farbe vollgepreßt wird und diese durch mehrere über die ganze Breite der Form verteilte Öffnungen abgibt. Ferner besteht das Farbwerk, wie Abb 23 zeigt, aus sechs paarweise übereinander gelagerten Walzen. Die oberen Walzen 1 bis 4 drehen sich ununterbrochen in gleichem Sinne. Die beiden Auftragwalzen 5

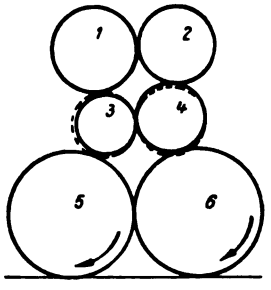


Abb. 23. Farbwerk der „Times"-Maschine

und 6 haben entgegen der früheren Ausführung stets den gleichen Drehsinn, wechseln ihn jedoch jedesmal beim Hin- und Hergang der Form. Wenn sie sich trotzdem berühren, so kann nur angenommen werden, daß keinerlei gegenseitige Pressung stattfand, weil die Lederbezüge sonst in kurzer Zeit zerstört worden wären. Die Form wurde nun also bei jedem Durchgang nacheinander von den beiden Walzen eingefärbt. Dies bietet für die Färbung einen Ersatz dafür, daß bei der Doppelmaschine für jeden Abdruck die Form nur einmal unter dem Farbwerk hindurchgeht. Die Walzen 3 und 4 sind in ein schwingendes Gestell gelagert in der Weise, daß abwechselnd die Auftragwalze 5 und 6 mit Farbe gespeist wird. Dieses Farbwerk nähert sich dem heutigen sogenannten zylindrischen Farbwerk schon mehr; eine große Vereinfachung war es ferner, daß die schwerfälligen „Frisketrähmchen" durch ein einfaches um ortfeste Walzen laufendes Bändersystem *a*, *a*, *a*, *a*, Abb. 24 (endlose friskets), ersetzt wurde, und daß Karren und Zylinder während des Druckweges in Zahneingriff gebracht wurden und dadurch eine genaue Abwicklung des Bogens auf der Form gesichert wurde. Besonders aber wurde die Bewegung des Druckzylinders, insbesondere des Hornradmechanismus, verbessert, wie aus Abb. 25 zu ersehen.

Die Doppelmaschine mit allen diesen Verbesserungen bot nun das Bild, wie Abb. 26 es zeigt. Die Wirkungsweise ist nach dem oben Gesagten wohl klar. Der eine Druckzylinder druckt auf dem Hingang, der andre auf dem Rückgang der Form, die für jeden Bogen nur einmal, aber mit zwei Walzen, eingefärbt wird. Die Bedienung der Maschine bestand aus zwei Mann zum Anlegen und zwei Mann zum Abnehmen der Bogen. Es war für die Hilfsmittel, die in der kleinen Werkstätte in Withe-Cross Street zur Verfügung standen, ein großes Werk, das *Koenig* übernommen hatte. Aber mit seiner vorwärtsdrängenden Energie und *Bauers* zäher Beharrlichkeit gelang es, die beiden großen und verwickelten Maschinen in etwa zwei Jahren zu vollenden. Zweiundzwanzig Mann waren dabei beschäftigt. Sie hatten sich durch einen noch erhaltenen Revers bei einer hohen Vertragsstrafe verpflichten müssen, strengstes Stillschweigen über die Erfindung zu bewahren, die schon die Aufmerksamkeit der Ingenieurwelt auf sich gezogen hatte.

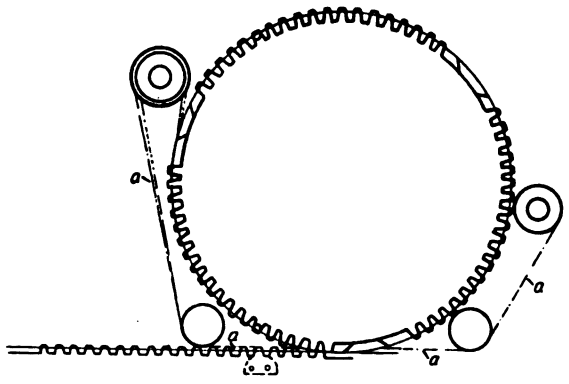


Abb. 24. Bänderführung der „Times"-Maschine

Der Bau der beiden großen Maschinen stellte auch an das Betriebskapital des Unternehmers größere Anforderungen, und dies führte am 28. März 1814 zum Abschluß eines neuen Vertrages zwischen den vier Gesellschaftern. Der Vertrag war, eben weil es sich jetzt um die Einbringung größerer Beträge handelte, juristisch schärfer abgefaßt als der von 1809. Es war darin festgestellt, daß bisher von den Gesellschaftern insgesamt 5144 £ zur Ausführung der Erfindung aufgewendet worden seien. Das Verhältnis der Anteile blieb genau wie bisher *Bensley* 6, *Koenig* 4, *Taylor* 3 und *Woodfall* 3. Die Anteile sollten nur mit Zustimmung aller Gesellschafter übertragen werden können. Diese Bestimmung fand bald Anwendung, als zu Beginn des Jahres 1814 *Woodfall* ausscheiden und *Bensley* dessen Anteil übernehmen wollte. *Koenig* bedauerte das Ausscheiden *Woodfalls*, der wie *Taylor* ein sehr ehrenwerter Mann und *Koenig* persönlich zugetan war, während er gegen *Bensley* bereits da-

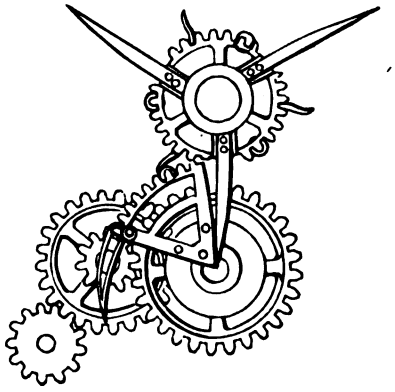


Abb. 25. Verbesserter Hornradmechanismus

mals ein ausgesprochenes Mißtrauen hatte. Trotzdem gab er seine Zustimmung zu der Übertragung, wodurch *Bensley* die Mehrheit erhielt. Seinen Edelmut sollte *Koenig* bald bitter zu bereuen haben. Er hatte unheilvolle Folgen für sein schon ohnehin schwer belastetes Erfinderschicksal. Zunächst arbeiteten die Gesellschafter aber noch einmütig zusammen, um die beiden Maschinen für die „Times" rechtzeitig und in betriebsfähigem Zustand abzuliefern. Es war die denkbar schwerste Probe, auf die *Koenigs* Erfindung gestellt wurde; denn die „Times" waren damals die größte Zeitung Londons, und es wurden von ihrem Besitzer hohe Anforderungen an Geschwindigkeit und an Güte des Druckes, sowie an die Betriebsicherheit der Maschine gestellt.

Digitized by Google

Anfang November 1814 waren beide Maschinen unter *Bauers* erprobter Werkstattleitung in der Fabrik soweit fertiggestellt, daß die Überführung in die Druckerei der „Times" erfolgen konnte. Da man Unruhen von seiten der Arbeiter fürchtete, die wegen der Aufstellung von Druckmaschinen um ihre Stellung besorgt waren, wurden die Maschinen nicht in dem allgemeinen Pressensaal, sondern in einem besonderen abgeschlossenen Raume in einem andern Teil des Gebäudes in aller Heimlichkeit aufgestellt, nachdem schon vorher die Dampfmaschine zum Antrieb

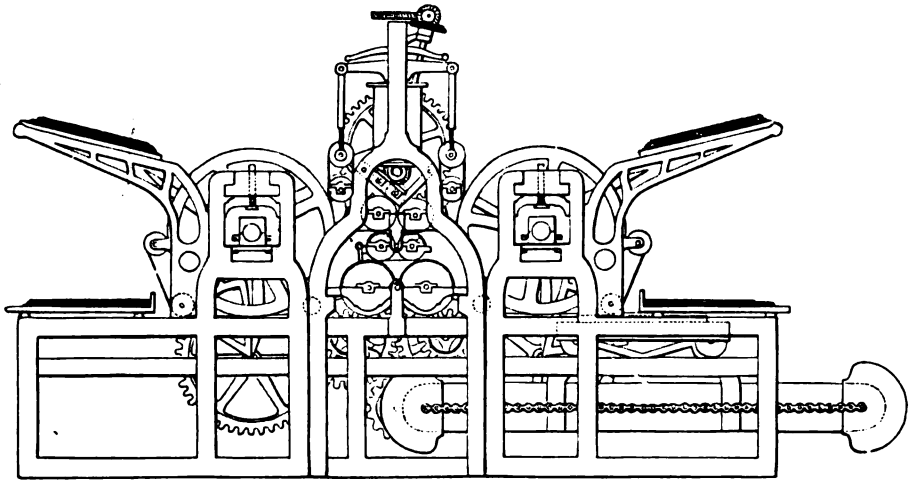


Abb. 26. Doppelmaschine der „Times" (1814)

beschafft und in Gang gesetzt worden war. Die Nummer der „Times" vom 29. November 1814, die in der Nacht vom 28. zum 29. November gedruckt werden sollte, war für den ersten Auflagedruck vorgesehen, nachdem man vorher einige Probedrucke zur Zufriedenheit gemacht hatte. Die Drucker an den Handpressen wurden in der Meinung gelassen, daß noch Nachrichten vom Kontinent erwartet würden und die Formen daher erst später kommen würden. Inzwischen arbeiteten aber *Koenigs* Maschinen bereits in dem neuen Maschinensaal, von Dampfkraft getrieben, und druckten anstandslos vor Mr. *Walter*, *Koenig* und *Bauer* die Auflage herunter. Ein in dem Archiv von *Koenig & Bauer* befindliches Exemplar jenes ersten Maschinendruckes zeigt auf dem nun vergilbten Papier einen klaren gleichmäßigen Druck, eine

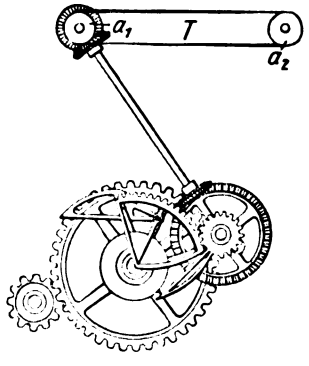


Abb. 27. Anlegeapparat und Antrieb nach Patent Nr. 3868

Erstlingsleistung des Maschinendruckes, die um so beachtenswerter ist, als die englischen Zeitungen schon damals eine sehr kleine Schrift verwendeten.

Jene Nacht war ein Höhepunkt in *Koenigs* schwergeprüftem Erfinderleben! Was er seit 10 Jahren mit Aufwendung aller seiner Geistes- und Willenskraft und unter unendlichen Mühen und Entbehrungen erstrebt hatte, war erreicht. Eine brauchbare Druckmaschine war geschaffen, die die Feuerprobe unter den denkbar schwierigsten Umständen bestanden hatte. Mr. *Walter* selbst gab in einem Leitartikel den Lesern die Tatsache bekannt, daß die Nummer, die sie in Händen hielten, die erste sei, die auf einer Maschine gedruckt sei. Mit Recht nennt er die Erfindung die größte Verbesserung, die die Druckkunst seit *Gutenberg* erfahren habe. Ehrend wird *Koenig* als der Erfinder und *Bauer* als der Leiter der Ausführung gedacht. In der Nummer vom 8. Dezember 1814 äußert sich *Koenig* in einem längeren Aufsatz selbst über die Entstehung der Druckmaschine, der eine wichtige Urkunde für die Geschichte der Erfindung ist [11]).

Trotzdem war die Erfindung damit noch nicht abgeschlossen. Die Beobachtungen, die beim täglichen Betriebe der „Times"-Maschinen gemacht wurden, gaben *Koenigs* regem Geiste sofort Nahrung für neue Verbesserungen. Bereits am 24. Dezember 1814, also kaum einen Monat nach Inbetriebsetzung der Maschinen bei den „Times", sehen wir ihn bereits ein neues, sein viertes und letztes englisches Patent einreichen, das unter Nr. 3868 erteilt wurde. Es enthält für die Entwicklung der Druckmaschine hochwichtige Neuerungen. Das Anhalten des schweren Druckzylinders verursachte trotz des sinnreichen Hornradgetriebes doch Stöße, die auf die Dauer den ganzen Mechanismus schädigen mußten. *Koenig* kam daher auf die Idee, den Druckzylinder überhaupt nicht anzuhalten, sondern beständig im gleichen Sinne umlaufen

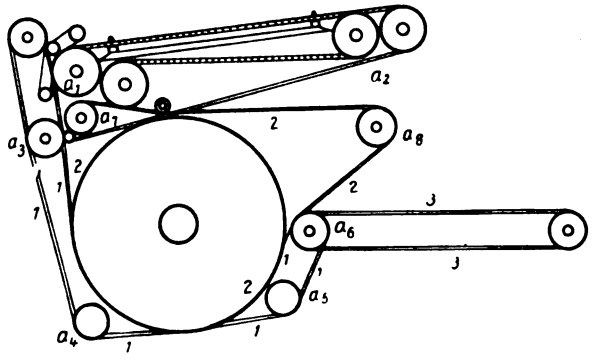


Abb. 28. Anlegeapparat und Bänderführung nach Patent Nr. 3868

zu lassen. Dabei mußte vorgesorgt werden, daß beim Rückgang der Form diese nicht mit dem dann entgegengesetzt laufenden Zylinder in Berührung kam. *Koenig* löste diese Aufgabe dadurch, daß er den Zylinder zwei Umdrehungen für jeden Hin- und Hergang der Form machen ließ, und daß nur ein Teil des Umfanges Druckfläche war. Das Verhältnis zwischen der Druckfläche und dem nicht druckenden Teil

[11]) Abgedruckt in *Krebs, Benjamin:* Handbuch der Buchdruckerkunst, Andreäische Buchhdlg., Frankf. a. M. 1827, S. 571 ff.

Digitized by Google

war so bemessen, daß die Form bei ihrem Rückgang an diesem Teil vorbeiging und, da er einen etwas kleineren Halbmesser haben konnte als die Druckfläche, den Zylinder nicht berührte. Hiermit war grundsätzlich die Zweitourenschnellpresse erfunden. An den beständig umlaufenden Zylinder konnte nun natürlich der Bogen nicht unmittelbar angelegt werden, wie es bei dem periodisch anhaltenden Druckzylinder geschah. *Koenig* schuf daher einen eigenen Anlegeapparat, den er „feeder" nannte, ein Ausdruck, der sich im englischen als terminus technicus bis heute erhalten hat. Dieser Anlegeapparat bestand aus einem endlosen Tuch *T*, Abb. 27, das über zwei Walzen a_1 und a_2 lief, von denen die eine angetrieben war, und zwar in der Weise, daß sie abwechselnd zum Anlegen des Bogens stillstand und sich dann allmählich in Bewegung setzte, bis die Umfangsgeschwindigkeit des Zylinders erreicht war. Diese Bewegung wurde erzeugt durch denselben Hornradmechanismus, den *Koenig* bisher für die Bewegung des Druckzylinders verwendet hatte und den wir auf S. 11 beschrieben haben; nur mit dem Unterschied, daß er in seinen Abmessungen viel schwächer sein konnte, da es sich hier nicht um das Anhalten des schweren Zylinders, sondern nur der zwei leichten Walzen mit dem endlosen Tuche handelte. Die beiden Punkturen zum registerhaltigen Anlegen des Bogens, die bisher auf dem Zylinder selbst angeordnet waren, wurden jetzt in den Anlegeapparat verlegt. Sie befinden sich auf einer Stange, die sich mit den Punkturen senkte, sobald die Bänder sich bewegten, und wieder hob, sobald diese stillstanden. Auch das Abnehmen des Bogens konnte von dem nun beständig umlaufenden Zylinder nicht mehr in gleicher Weise geschehen wie bei dem stillstehenden Zylinder. Der Bogen mußte vielmehr selbständig vom Zylinder abgelöst werden. Dies wurde erreicht durch die Anordnung eines zweiten endlosen Bändersystems. *Koenig* nennt diese Bänder „inner friskets" im Gegensatz zu dem bisher schon verwendeten Bändersystem nach Patent Nr. 3725, den „outer friskets". Der Bogen ging nun zwischen zwei Bändersystemen durch den Druck. Abb. 28 zeigt die Anordnung. Die „outer friskets" sind mit 1 bezeichnet, sie laufen von a_3 um den Druckzylinder und über a_6, a_5 und a_4 zurück zu a_3. Die „inner friskets" gehen von a_7 um den Druckzylinder und über a_9 und a_8 nach a_7 zurück. Bei a_8 wird der Bogen vom Zylinder durch die inneren Bänder 2 abgelöst und dem Auslegebändersystem 3 übergeben.

Eine weitere Verbesserung des Farbwerks von großer praktischer Bedeutung beschreibt *Koenig* in dem vierten Patent; ausdrücklich erklärt er allerdings, daß sie nicht unter den Patentanspruch falle. Es ist die Verwendung einer Leimmasse (heute Walzenmasse genannt), an Stelle des bisher verwendeten Leders zum Bezug der Farbwalzen. Ein gewisser *Foster* hatte eine derartige Masse seit einiger Zeit bereitet und zur Herstellung von Buchdruckerballen anstatt der bisher gebrauchten Lederballen verwendet, und *Koenig* hatte für seine Zwecke durch Versuche ein Gemisch von Leim, Melasse oder Rohzucker und Gummi am besten gefunden. Zum Guß der Walzen benutzt er ein aus zwei lösbaren Hälften bestehendes, genau ausgebohrtes Rohr, in das die Walzenspindel konzentrisch gestellt und umgossen wurde. Nach dem Erstarren der Masse werden die Hälften des Rohres gelöst und die fertige Walze herausgenommen, im wesentlichen das gleiche Verfahren, das man noch heute anwendet; nur benutzt man heute meist gezogene Stahlrohre aus einem Stück, aus denen die gegossene Walze herausgezogen wird. Solche Walzen waren nun genau zylindrisch und konzentrisch in der Spindel, und davon hing in erster Linie die gute Einfärbung der Form ab. Mit den Lederbezügen war dies aber nie vollkommen zu erreichen. Außerdem übertrug die Leimmasse die Farbe leichter und gleichmäßiger auf die Form. Mit der Verwendung von Massewalzen war aber noch ein andrer Vorteil verbunden. Die bisher verwendeten Lederbezüge setzten der seitlichen Bewegung der Reibwalzen einen sehr großen Reibungswiderstand von Leder auf Leder entgegen, der viel Kraft verzehrte und einen sehr raschen Verschleiß der Bezüge zur Folge hatte. Mr. *Walter* berechnet in einem Brief an *Koenig*, daß ihn der Ersatz der Lederbezüge für seine beiden Doppelmaschinen jährlich 300 £ koste! Wurden die Massewalzen aber unbrauchbar, so konnte die Walzenmasse abgezogen, unter Zusatz frischer Bestandteile umgegossen und so wiederholt zum Begießen von Walzen verwendet werden. Es war damit also eine große Ersparnis an Betriebskosten verbunden, weshalb *Koenig* dem Mr. *Walter* dieses Verfahren dringend empfahl und auch späterhin einrichtete, vermutlich aber nur für die beiden Auftragwalzen. Denn es ist nicht denkbar, daß sämtliche Walzen, die bisher aus Leder waren, nun mit Masse begossen wurden, weil bei der klebrigen Beschaffenheit der Walzenmasse diese durch die seitliche Bewegung der Reibwalze sofort zerrissen sein würde, wenn Masse auf Masse gelaufen wäre. Das Bestreben, die Reibung zwischen den Walzen zu vermindern, führte dazu, abwechselnd Massewalzen und gedrehte Zylinder aus Eisen oder Messing zu verwenden. So waren vermutlich schon die Farbwerke der beiden letzten von *Koenig* in London, jedenfalls aber die ersten in Kloster Oberzell gebauten Maschinen beschaffen, und so sind bis heute alle Farbwerke von Druckmaschinen ausgeführt. Die Eisenzylinder des Farbwerks nannte *Koenig* „nacked cylinders". „Nacktzylinder" im Gegensatz zu den mit Massewalzen „bekleideten" Zylindern. Auch dieser Ausdruck hat sich als terminus technicus bis heute erhalten.

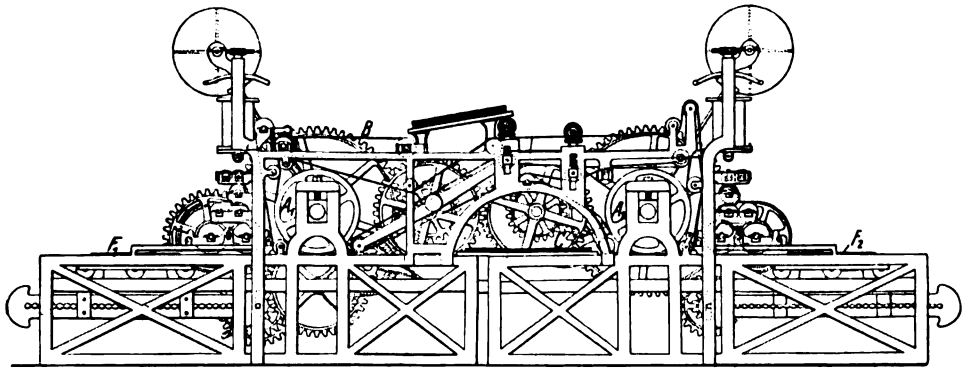


Abb. 29. Schön- und Widerdruckmaschine nach Patent Nr. 3868 (1816)

Der weitere Inhalt des Patentes betrifft keine Verbesserung der bisherigen Druckmaschine, sondern stellt eine selbständige neue Erfindung dar, nämlich die der Schön- und Widerdruckmaschine, also einer Druckmaschine, die den angelegten Bogen in einem Arbeitsgange auf beiden Seiten bedruckt, Abb. 29. Man sieht, es sind zwei einfache Maschinen, von denen die eine das Spiegelbild der andern ist, und die mit der Stirnseite aneinanderstoßen. Diese Maschine hatte zwei

Digitized by Google

beständig umlaufende Zylinder, wie oben beschrieben. Der Bogen wurde bei *B* auf das endlose Tuch angelegt, erhielt auf dem Zylinder A_1 den Druck von Form F_1, wurde dann zwischen zwei Bändersystemen dem Zylinder A_2 zugeführt, wobei er gewendet wurde, Abb. 30. Auf A_2 erhielt er dann von Form F_2 den Widerdruck und wurde bei *C* ausgelegt. Die Länge des Bänderweges war so berechnet, daß beim Widerdruck Seite auf Seite fiel. Durch die Walzen w_1 und w_2, die in senkrechter Richtung verstellbar waren, konnte der Weg des Bogens etwas verlängert oder verkürzt und dadurch das Register genau

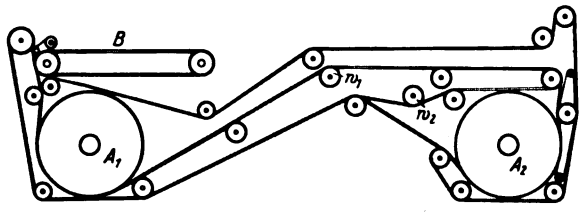


Abb. 30. Bänderführung der Schön- und Widerdruckmaschine

eingestellt werden. Eine solche Maschine wurde nun für *Thom. Bensley* gebaut, der schon die erste Zylindermaschine in seiner Druckerei in Betrieb hatte. Sie wurde am 28. Februar 1816 vollendet und in Gegenwart zweier österreichischer Erzherzöge, die London einen Besuch abstatteten und von *Koenigs* Erfindung gehört hatten, zum ersten Male in Betrieb gesetzt. Von den sehr sauberen Probedrucken ist eine Anzahl erhalten. *Koenig* begrüßt darin in einem gedankenreichen und formvollendeten Gedichte die beiden deutschen Fürsten. Er erinnert darin an die ungeheueren Fortschritte, die „Britannia" auf dem Gebiete der Industrie gemacht habe (Dampfschiff, Trevethiks Eisenbahn, Leuchtgas, Landwirtschaftliche Maschinen, Spinnmaschine, Mechanischer Webstuhl), um dann fortzufahren:

„Doch darf Germania nicht schamgekränkt
Zurücke stehn; sie zahlte ihre Steuern
Zum Tempelbau der Kunst und Wissenschaft;
Und von der Völker Schuldbuch hat die Zeit
Schon lange ihren Namen ausgetan.
Aus ihrem Schooß erwuchs die Kunst der Künste,
Die Welterleuchtende, des Geistes Amme,
Und strahlend über ihrem Scheitel hält
Faust, Schäffer, Gutenberg in ernster Gruppe
Des unbestrittenen Ruhmes Sternenkranz.
Auf des Unsterblichen geweihtem Felde
Hat sich der späten Enkel Fleiß versucht,
Wenn Garben nicht, doch Ähren noch zu sammeln;
Und Heil dem Zufall, der uns heut vergönnt,
Was deutscher Kunst im fremden Land gelungen,
Vor deutschen Kaysersöhnen zu enthüllen,
Und in der Muttersprache theuern Tönen
Euch huldigend dies erste Wort zu weihen."

Die Maschine wurde bei *Thom. Bensley* aufgestellt. Sie wurde durch eine Dampfmaschine getrieben und lieferte in der Stunde 900 bis 1000 fertige, auf beiden Seiten bedruckte Bogen im Formate 21 × 34½ Zoll engl. Das war verglichen mit der Handpresse eine auf das Achtfache gesteigerte Anzahl der Abdrücke. Das erste Buch, das ganz darauf gedruckt wurde, war „Institutions of Physiology by J. Fred. Blumenbach, translated from the Latin of the third edition by Elliotson M. D. Second edition 8vs."

Nachdem so *Thom. Bensley* zwei Druckmaschinen erhalten hatte und den Vorteil, dem der Maschinendruck ihm gegenüber seinen Konkurrenten bot, reichlich ausnutzen konnte, war es nur billig, daß nun auch dem andern Gesellschafter, *Rich. Taylor*, gleichfalls Drucker, Gelegenheit gegeben wurde, ebenfalls unmittelbaren Nutzen aus der Erfindung zu ziehen. Und so wurde nun für ihn eine „verbesserte einfache Maschine" in Angriff genommen. Es war dies eine Einzylindermaschine mit beständig umlaufendem Zylinder und allen jenen Verbesserungen, die durch das engl. Patent Nr. 3868 geschützt waren. Abb. 31 zeigt diese Maschine. Sie wurde erst 1818 nach *Koenigs* Abreise aus London von *F. A. Bauer* vollendet. Es war nach der heutigen Ausdrucksweise, wie wir schon sagten, eine „Zweitourenmaschine".

Koenigs eigentliche Erfindertätigkeit in London war hiermit abgeschlossen. Wenn wir sie überschauen, so müssen wir sagen, sie war außerordentlich fruchtbar. Im Laufe von zehn Jahren hat er unter den schwierigsten Verhältnissen nicht nur die erste Druckmaschine, die überhaupt je gebaut wurde, erfunden, die Tiegeldruckmaschine von 1810, sondern er hat auch alle jene Typen von Zylinderschnellpressen geschaffen, die noch heute die wichtigsten des Schnellpressenbaues sind: die Einzylindermaschine mit anhaltendem Druckzylinder, die Doppelmaschine mit zwei Druckzylindern, die Schön- und Widerdruckmaschine und die Zweitourenmaschine mit ständig umlaufendem Zylinder.

Wenn *Koenig* trotz dieser großen technischen Erfolge auch jetzt ein materieller Erfolg seiner Erfindung nicht beschieden war, so lag das an dem Vertrag, der ihn an seine Gesellschafter band und an dem schlechten Charakter des Hauptgesellschafters *Thom. Bensley*, der, wie wir sahen, durch *Koenigs* Entgegenkommen die Mehrheit der Anteile besaß und nun *Koenig* gegenüber eine sehr ähnliche Rolle spielen sollte wie *Schäffer* gegenüber *Gutenberg*. Es ist ein betrübliches Stück Erfindergeschichte, das sich hier vor unseren Augen abrollt. Wir hörten, daß *Koenig* völlig mittellos nach London kam, ja, daß er sogar in Deutschland nicht unbeträchtliche Schulden hinterlassen hatte für Aufwendungen, die er zur Durchführung seiner Ideen hatte machen müssen. Durch die Verträge von 1807, 1809 und 1813 war ihm allerdings ein monatliches Gehalt zugesichert worden, aber es war kärglich genug, 10 £ im Monat, eine Summe, die nur bei bescheidensten Ansprüchen zum Lebensunterhalt in der Weltstadt London ausreichte. Daneben hatte er Anspruch auf ein Viertel des Gewinnes der Werkstätte und auf die ihm als dem Erfinder und Patentinhaber zustehenden Lizenzen, die die Benützer seiner Maschinen zu zahlen hatten. Daß die Werkstätte aber zunächst keinen Gewinn abwarf, ist begreiflich. Als Lizenzzahler kamen in Betracht Mr. *Walter* von den „Times" und *Thom. Bensley*, zuletzt auch *Rich. Taylor*, der, wie wir sahen, die letzte in England gebaute Maschine erhielt. Mr. *Walter* und später *Taylor* kamen ihren Verpflichtungen nach. *Bensley* aber machte

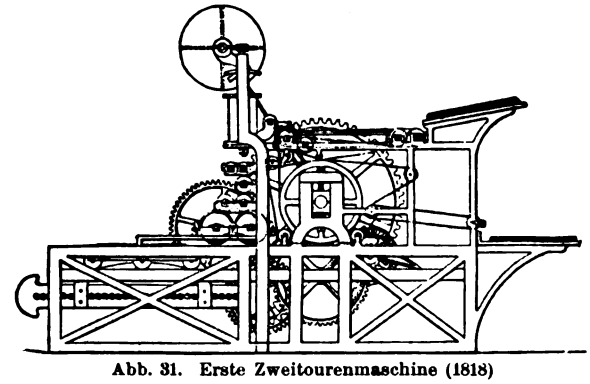


Abb. 31. Erste Zweitourenmaschine (1818)

Schwierigkeiten, insbesondere benutzte er kleine Anstände an der Schön- und Widerdruckmaschine, um mit der Zahlung der Lizenzen zurückzuhalten; ja, er nahm sogar *Koenigs* und *Bauers* entgegenkommende Vorschläge, die Leistungsfähigkeit der Maschine durch einige Abänderungen über das zugesagte Maß hinaus zu erhöhen, zum Anlaß, hieraus ihre Minderwertigkeit zu folgern und sich deshalb den Lizenzzahlungen zu entziehen. Es war ein Verfahren, das bei dem langjährigen engen Zusammenarbeiten der vier Männer nur als unwürdig bezeichnet werden kann. Trotz aller Vorstellungen zahlte *Bensley*

Digitized by Google

nie einen Schilling der schuldigen Lizenzen. Doch damit war es nicht genug. Es war klar, daß *Koenig* und *Bauer* (*Bauer* hatte inzwischen auch einen kleinen Anteil erhalten) nur dann auf angemessene Einnahmen aus dem Betriebe der Werkstätte und den Lizenzen rechnen konnten, wenn ihre Druckmaschine jetzt, nachdem sie erprobt war, in größerem Maßstabe gebaut und den bedeutendsten Druckereien des Landes angeboten wurde. Das aber wünschte *Bensley* — kurzsichtig und habgierig wie er war — zu verhindern. Solange *Koenigs* Patente bestanden, wollte er allein gegenüber seinen Konkurrenten den Vorteil des Maschinendruckes genießen. *Koenig* faßte seine monatelang mündlich vorgetragenen Beschwerden in einer äußerst interessanten Denkschrift zusammen. Er stellte darin den privat- und volkswirtschaftlichen Widersinn, der in *Bensleys* Standpunkt lag, klar heraus, indem er ihm nachwies, daß er aus dem flotten Verkauf von Druckmaschinen als Gesellschafter des Unternehmens einen viel größeren Gewinn ziehen würde als aus der Monopolisierung des Maschinendruckes in seiner Druckerei, deren Ausdehnung sehr enge Grenzen gezogen seien. Er wies schließlich auf die ungeheure Unbilligkeit hin, die darin lag, ihn und *Bauer* der Früchte ihrer vieljährigen mühevollen Erfindertätigkeit zu berauben. Aber alle Vorstellungen blieben erfolglos. *Bensley* hatte die Mehrheit, und dabei blieb es. Ja, er verhinderte sogar den Versand eines Prospektes, den *Koenig* zur Verbreitung unter den Buchdruckern verfaßt hatte! Der sehr beachtenswerte Prospekt wurde übrigens auf *Bensleys* Maschine gedruckt und gibt Zeugnis von deren guter Leistung.

Durch alle diese Vorgänge war es *Koenig* klar geworden, daß ein Zusammenarbeiten mit den Gesellschaftern unter dem bisherigen Vertrag nicht mehr möglich war. Er schlug daher *Bensley* vor, die Werkstätte aufzulösen und unter die Gesellschafter zu verteilen. Er selbst und *Bauer* wollten am „Rhein, Main oder Neckar" eine Fabrik errichten und von dort aus zu wesentlich billigeren Preisen durch den Konzern nach England liefern. Am 25. Nov. 1816 kam ein Vertrag zwischen *Koenig, Bensley* und *Taylor* zustande, worin die beiden letzteren sich verpflichteten, bis 24. Dez. 1828 weder selbst Druckmaschinen zu bauen, noch durch andre bauen zu lassen. *Koenig* unterzeichnete den Vertrag, trotzdem er kaum mehr auf *Bensleys* aufrichtige Mitarbeit zählen konnte, um nicht alle Brücken nach England abzubrechen. Denn ein wichtiges Absatzgebiet blieb England immer, wenn *Koenig* ja auch von dem neuen Werke in Deutschland aus frei war, in die ganze übrige Welt zu liefern. *Bensley* hatte wohl bei Unterzeichnung des Vertrages kaum die ehrliche Absicht, ihn zu halten; er wollte eben die Ausbreitung der Druckmaschinen, solange er konnte, verhindern. Dazu muß er schon damals in Beziehung zu *Cowper & Applegath* gestanden haben, *Koenigs* ersten Nachahmern und Konkurrenten, die er nach *Koenigs* Abreise aus England seine Maschinen studieren und abzeichnen ließ; ja, er erscheint 1818 bereits als Zeuge auf einem *Applegath*schen Patent und ließ 1822 eine Maschine von ihm bauen, alles, während der Vertrag von 1816 noch in Kraft war. Dieser Betrug hat ihm übrigens schlechte Früchte getragen. Nachdem *Applegath* ihn ausgenützt hatte, warf er ihn weg, denn er hatte ebensowenig wie *Koenig* die Absicht, nur für *Bensley* Maschinen zu bauen.

Von London aus kaufte *Koenig* im April 1817 das ehemalige Prämonstratenserkloster Oberzell bei Würzburg, Abb. 32, das er schon bei seinem Aufenthalt in Würzburg 1804 kennen gelernt hatte. Durch seine Lage am Main und an der Heerstraße Frankfurt—Nürnberg, sowie durch seine beträchtlichen Wasserkräfte und ausgedehnte Gebäulichkeiten erschien es für eine Fabrik sehr geeignet. Die damals aufgeklärte bayerische Regierung, die Besitzerin des Anwesens, zog gerne Industrie in das Land und machte sehr günstige Bedingungen; auch erteilte sie *Koenig* auf 10 Jahre das Monopol für den Bau von Druckmaschinen und gewährte zollfreie Einfuhr von Rohmaterialien und Maschinen aus England. Im August 1817 verließ *Koenig* England, während *Bauer* noch bis Mai 1818 in London blieb, um die Zweitourenmaschine für *Taylor* zu vollenden und alle Angelegenheiten abzuwickeln, die *Koenig* bei seiner Abreise unerledigt lassen mußte, hauptsächlich die Abrechnung mit den Gesellschaftern *Bensley* und *Taylor*. *Bensley* hat dabei *Koenig* endgültig um die schuldigen Lizenzen betrogen und ebenso um seinen Anteil an der Werkstätte, die vertragsmäßig verteilt werden sollte. Am 9. August 1817, dem Tag vor der Abreise, hatte *König* mit *Bauer* noch einen Gesellschaftsvertrag abgeschlossen, durch den die Firma *Koenig & Bauer*, die erste Druckmaschinenfabrik der Welt, begründet wurde.

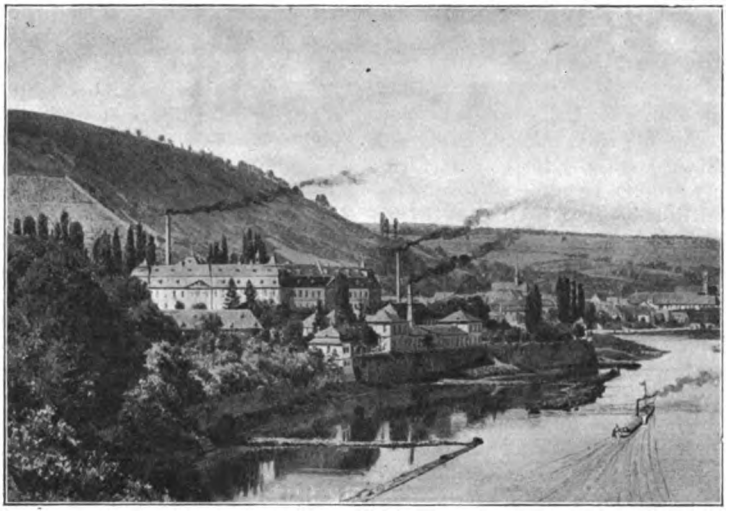


Abb. 32. Kloster Oberzell

Unendlich waren die Schwierigkeiten, die sich der Errichtung der Fabrik in den alten Klosterräumen entgegenstellten. Jetzt erst sahen die beiden Freunde völlig klar, wie ungeheuer rückständig das damalige Deutschland auf dem Gebiete der Industrie war. *Koenig* hatte ja schon gelegentlich des Baues der Suhler Maschine in den Jahren 1803/04 in dieser Hinsicht reichliche Erfahrungen gesammelt. Im Jahre 1817 schrieb er hierüber von London aus an den bayerischen Landeskommissar in Würzburg, *Graf v. Lerchenfeld*, den er schon im voraus für das in Oberzell zu gründende Unternehmen zu gewinnen suchte. Seine Ausführungen über den damaligen Stand der ge-

Digitized by Google

werblichen Tätigkeit in Deutschland sind so bezeichnend, daß wir sie hier wörtlich wiedergeben:

„Vor zehn Jahren gab es in Deutschland nichts Ähnliches (gemeint ist eine Maschinenfabrik, wie er sie plante), wie ich zu meinem großen Schaden erfahren habe. In dem berühmten Fabrikorte Suhl wußten die geschicktesten Fabrikarbeiter nicht, daß Gußeisen gedreht und bearbeitet werden kann. Wenn Maschinerien irgendeiner Art ausgeführt werden sollen, so hat man in Deutschland (vielleicht Berlin ausgenommen) Niemanden als sogenannte Schlosser und Zimmerleute. Die Welt hat sich aber sehr verändert, seit der Zeit, da das Zunftrecht erdacht wurde, worauf diese Ehrenmänner Meister worden sind. Das ist eine der Ursachen, daß in Deutschland so selten etwas zustande kommt; man müßte Gußmodellmacher, Gießer, Dreher und Arbeiter, theoretischer und praktischer Mechaniker und Erfinder in einer Person sein, oder wenigstens das alles in Detail angeben können, eine Vereinigung, die sich nur durch mancherlei Schicksale und glückliche Verhältnisse erwerben läßt."

Seitdem hatte sich hierin kaum etwas geändert, denn die 10 Jahre, die *Koenig* in England zugebracht hatte, waren in Deutschland ausgefüllt von den Napoleonischen Wirren und Kriegen. *Koenig* überzeugte sich bald, daß fast alles, was zur Einrichtung einer Fabrik nötig war, aus England bezogen werden mußte. Werkzeugmaschinen[12]), Werkzeuge, Roheisen, Koks und vieles andre. Dabei vergingen Monate, bis eine Sendung aus England eintraf, und oft war die Schiffahrt auf Rhein und Main, den einzigen Verkehrsadern, durch Hochwasser oder Treibeis gesperrt. Noch schwieriger aber war die Beschaffung des Arbeiterstammes. Von England konnte man nur einen einzigen Arbeiter mitbringen, einen Dreher, der sehr bald entlassen werden mußte, so daß man nur auf die einheimischen Handwerker angewiesen war, von denen *Koenig* in seinem Brief an Mr. *Walter* in London bezeichnenderweise schrieb: „Wir mußten mehr Unverschämtheit, Einbildung, Verbohrtheit und Pfuscherei über uns ergehen lassen, als sich irgendein englischer Meister gefallen lassen würde." So entließ man alle diese Handwerker und versuchte es mit jungen Burschen aus dem Dorf, deren Beruf bisher Weinbergarbeit war. *Bauer* mußte jeden Handgriff einüben und spielte persönlich den Lehrmeister von früh bis Abend. Der ganze Bildungsstand der Bevölkerung war unendlich tief. Die unzähligen kirchlichen Feste mit den sich anschließenden Sauf-, Rauf- und Tanzexzessen nahmen einen so breiten Raum im Leben dieser Menschen ein, daß es unendlich schwer war, sie zu einer geordneten Fabriktätigkeit heranzubilden. „So geht es," schreibt *Koenig* an Mr. *Walter*, „wenn man eine Sache unternimmt, die über dem Zivilisationspunkt eines Landes liegt"; und ein andres Mal: „Wir waren in der Lage eines Generals, der mit Rekruten Schlachten schlagen muß."

So war es in der Tat. Wenn es trotzdem den beiden Freunden in wenigen Jahren gelang, im Kloster Oberzell einen Fabrikbetrieb ins Leben zu rufen, mit dessen Hilfe sie so große und verwickelte Maschinen zu bauen vermochten, wie jene ersten Schnellpressen es waren, so ist dies ein glänzendes Zeugnis für *Koenigs* unbeugsamen Willen und hervorragende Organisationsgabe und *Bauers* mechanisches Talent und zähe Beharrlichkeit. Wenn die Erfindung der Druckmaschine eine Tat war, für die die ganze Kulturwelt *Koenig* Dank schuldete, so hat er sich durch die Errichtung einer der ersten Maschinenfabriken in jener frühen Zeit ein Verdienst um den deutschen Maschinenbau erworben, der bisher durchaus nicht genügend gewürdigt worden ist. Denn man darf nicht vergessen, daß um 1817, als die Maschinenfabrik *Koenig & Bauer* gegründet wurde, alle jene Männer, die später den Ruhm der deutschen Maschinenindustrie begründeten, und deren Namen in ihren Werken zum Teil noch fortlebt, wie *Borsig, Schwartzkopff, Schichau, Egestorff, Cramer-Klett, Keßler, Hartmann, Gruson* und viele andre *(Harkort* vielleicht ausgenommen), damals entweder noch gar nicht lebten oder noch Kinder waren. Ganz abgesehen von seiner großen Erfindung ist *Koenig* daher als Mitbegründer der deutschen Maschinenindustrie jenen Männern ebenbürtig an die Seite zu stellen, zumal auch sein Werk, die Firma *Koenig & Bauer*, die Zeiten überdauert hat und noch heute an der Spitze der von ihm geschaffenen Druckmaschinenindustrie steht.

Doch nicht allein die Beschaffung der Werkstatteinrichtung und der Rohstoffe, sowie die Arbeiterfrage machten die Gründung der Fabrik in dem alten Kloster so unendlich schwierig, sondern es türmten sich auch geldliche Schwierigkeiten auf, die das ganze Unternehmen der beiden schwergeprüften Männer wiederholt an den Rand des Abgrundes brachten. Wir hatten gesehen, daß *Koenig* in England keinen irgendwie nennenswerten Gewinn aus seiner Erfindung zu ziehen vermochte, und daß er bei seiner Rückkehr nicht der reiche Mann war, als der er in Deutschland vielfach galt, nachdem seine Erfindung und ihre erfolgreiche Einführung in England auch in deutschen Zeitungen bekannt geworden war. Die bayerische Regierung trug zwar verständnisvoll *Koenigs* Lage Rechnung und verlängerte wiederholt die Zahlungsfristen des Kaufschillings für Kloster Oberzell, ja sie gewährte ihnen sogar später ein Darlehen von 20 000,— fl. Gerade in den ersten Jahren aber fehlte es bitter an flüssigen Mitteln, und es machte sich der Betrug *Bensleys* damals empfindlich bemerkbar; denn mit dem regelmäßigen Eingang der nicht unbeträchtlichen Lizenzbeträge hatte man ursprünglich gerechnet. Nur die Vorauszahlung auf Aufträge konnte daher das Betriebskapital liefern, das erforderlich war, um die Fabrik in Gang zu setzen. Von der ersten Stunde an war *Koenigs* Augenmerk daher auf die Erlangung von Aufträgen gerichtet. Schon am Tage nach seinem Eintreffen in Kloster Oberzell, am 28. August 1817, schrieb er an *Frhr. von Cotta*, den berühmten Stuttgarter Verleger und Drucker, an den Berliner Oberhofbuchdrucker *Decker* und dessen Schwager *Spener*, den Besitzer der Haude & Spenerschen Zeitung und bot seinen Besuch an. *Cotta* lehnte damals ab, *Decker*, mit dem *Koenig* schon von London aus briefliche Beziehungen angeknüpft hatte, lud ihn zu einem sofortigen Besuche ein. Schon Anfang September 1817 finden wir daher den unermüdlichen *Koenig* auf der Reise nach Berlin. Unterwegs sah er nach zehnjähriger Trennung seine 82jährige Mutter in Eisleben wieder sowie einige Jugendfreunde, von denen er an *Bauer* schrieb, sie seien „abgelebt und am Schreibtisch krumm geworden", hinzufügend: „Ich stand wie ein Jüngling unter ihnen, mon Dieu!, nach all den Gefahren und Sorgen!" Nach vierwöchentlichem Aufenthalt in Berlin gelang es ihm, von *Decker* und *Spener* den Auftrag auf zwei einfache Druckmaschinen zu erhalten, die in einem beiden gemeinsamen Unternehmen betrieben werden sollten. Auch mußte er sich verpflichten, die Dampfmaschine aus England zu besorgen. Später wurde der Auftrag auf vier Schön-Widerdruckmaschinen erweitert, von denen zwei für *Decker* und zwei für *Spener* bestimmt waren. Mr. *Walter*, der Besitzer der „Times" in London, erteilte einen Auftrag, über den *Koenig* schon gleich nach seiner Ankunft in Kloster Oberzell brieflich zu verhandeln begonnen hatte, und zwar für den Umbau der beiden ersten Doppelmaschinen. Diese hatten noch, wie die erste Zylinderdruckmaschine, wechselweise angehaltene Druckzylinder; ihre stündliche Leistung war auf 1100 Drucke begrenzt. Durch einen Umbau — gemäß dem Prinzip des beständig umlaufenden Druckzylinders nach *Koenigs* viertem Patent — sollte die stündliche Leistung auf 1400 Drucke erhöht werden. Es war ein schwieriger Eingriff in den verwickelten Mechanismus der Maschine; *Koenig* gebrauchte deshalb die Vorsicht, die von ihm in Oberzell angefertigten Zeichnungen durch *Bauer*, der noch in London weilte, an den Maschinen selbst nachprüfen zu

[12]) Die eine Drehbank zum Drehen der Druckzylinder befindet sich heute im Deutschen Museum in München (Abt. Werkzeugmaschinen).

Digitized by Google

lassen, und so gelang die höchst schwierige Ingenieurleistung. Weitere Aufträge konnten zunächst nicht erhalten werden; auf einen Prospekt (die Übersetzung des englischen, dessen Ausgabe *Bensley* verhindert hatte), den *Koenig* schon 1817 an die namhaftesten Druckereien Deutschlands versandt hatte, waren nur zwei Antworten eingelaufen, ein Zeichen, wie wenig die Buchdruckerwelt noch für den Maschinendruck reif war.

Aber mit diesen beiden Aufträgen, für die beträchtliche Anzahlungen gemacht wurden, konnte man nun einmal anfangen. Der Umbau der „Times"-Maschinen wurde zuerst in Angriff genommen; er sollte Ende 1818 vollendet sein, aber die Schwierigkeiten, die durch die langsame Anlieferung der Rohstoffe aus England und die mangelnde Schulung des Arbeiterpersonals verursacht wurden, schienen kaum zu überwinden. Endlich im November 1819 gingen die Teile nach London ab, wo sie wegen Eisganges auf Rhein und Schelde erst Februar 1820 eintrafen. Sie wurden durch den Hausmechaniker der Times-Druckerei in die Maschine eingebaut, und zwar mit bestem Erfolg. Die stündliche Lieferung von 1400 Drucken wurde erreicht und sogar übertroffen, und so haben diese beiden ersten Druckmaschinen noch jahrelang gute Dienste geleistet.

Eine schwierige Aufgabe stellte nun der Bau der vier großen Schön- und Widerdruckmaschinen für *Decker* und *Spener* an die junge Fabrik. Alle Hemmungen, die sich bei dem Umbau der „Times"-Maschine eingestellt hatten, wiederholten sich in verstärktem Maße. Nicht nur die langsame Beschaffung der Rohstoffe und der Mangel an gelernten Mechanikern, sondern auch der Betrieb der ebenfalls von Grund auf neu errichteten Eisengießerei machte unendliche Schwierigkeiten. Zuerst hatte man der Ersparnis wegen versucht, mit Holzkohle zu schmelzen, aber das Ergebnis war so schlecht, daß man doch zu englischem Koks überging, dessen Anlieferung aber wieder unendlich lange auf sich warten ließ. *Koenig* schreibt darüber einmal an *Decker:* „In England ist das Eisengießen (wegen der Vortrefflichkeit der Materialien) beinahe eine Altweiberkunst, die Jedermann betreibt; Kaffeekochen glückte da weniger als Eisengießen; hier ist es ein Hexenprozeß." Gab es ja doch auch zu jener Zeit z. B. in Augsburg noch keine Eisengießerei! So zog sich die Fertigstellung der Maschinen Monat um Monat, Jahr um Jahr hin. *Decker* war inzwischen gestorben, *Spener*, von Natur eine kritische und mißtrauische Persönlichkeit, verlor das Vertrauen völlig; er setzte zur Beobachtung der Arbeiten und zur Wahrung seiner Rechte seinen Faktor *Unger* im August 1821 nach Oberzell. *Ungers* noch erhaltener, sehr reger Briefwechsel mit seinem Prinzipal *Spener* gibt ein lebendiges Bild der nicht endenden Schwierigkeiten, die sich dem Bau dieser ersten Schnellpressen auf deutschem Boden entgegenstellten. Dazu kam ständige Geldverlegenheit. *Spener* und *Deckers* Erben sahen sich genötigt, um überhaupt noch etwas zu retten, immer neue Vorschüsse zu zahlen, und schließlich mußte *Koenig* noch bei dem bayerischen Staat eine Anleihe von 20 000 fl. aufnehmen, um nur den Betrieb aufrechtzuerhalten. Endlich nach fast vierjähriger Bauzeit konnte am 22. Juni 1822 zum Probedruck der ersten Maschine geschritten werden, der befriedigend ausfiel. Die drei andern Maschinen folgten rasch. *Bauer* selbst stellte die vier Maschinen in Berlin auf, und die Nr. 11 der „Haude u. Spenerschen Zeitung" vom 25. Januar 1823 ist die erste Zeitung, die auf dem Kontinent auf einer Schnellpresse gedruckt wurde.

So hatte der Maschinendruck denn an einem der ersten Plätze in Deutschland und bei einer hochangesehenen Zeitung und Druckerei Fuß gefaßt. — *Frhr. v. Cotta*, der eine gleiche Maschine bereits im November 1822 bei *Koenig & Bauer* bestellt hatte, besichtigte die Berliner Anlage und war sehr befriedigt davon. Der Preis der Maschine, frei in Augsburg aufgestellt, betrug 20 000 fl., eine Angabe, die auch interessieren dürfte. Im Jahre 1824 hat *Koenig* diese Maschine persönlich mit seinem Neffen *Helbig*, den er in Oberzell zum Mechaniker ausgebildet hatte, aufgestellt. Am 12. Juli wurde die „Augsburger Allgemeine Zeitung" zum ersten Mal darauf gedruckt. *Koenig* stellte auch die aus England besorgte Dampfmaschine auf und richtete eine Dampfheizung ein, eine für Deutschland damals ebenfalls ganz neue und unerhörte Sache.

Weitere Aufträge auf Druckmaschinen liefen zunächst nicht ein. Es zeigte sich, daß die große Schön- und Widerdruckmaschine nicht geeignet für den deutschen Markt war. Sie war zu teuer und erforderte zum Betriebe unbedingt eine Dampfmaschine; schon dieser Umstand allein hätte ihre Verbreitung verhindert, denn Kessel und Dampfmaschine erschien einfachen Gewerbetreibenden, die die meisten Buchdrucker waren, damals eine gefährliche Sache, mit der man sich lieber nicht einließ. Die einfache und die Doppel-Maschine, beide für Handbetrieb eingerichtet, hatten allein Aussicht auf größere Verbreitung in Deutschland, aber auch sie mußten noch wesentlich vereinfacht werden, gegenüber den letzten in England gebauten Maschinen dieser Art. Am meisten bedurfte der Vereinfachung das sehr weit angelegte Antriebwerk, das *Koenig* in den Patentschriften bezeichnenderweise oft „mill work", das „Mühlwerk", nannte. Den Bau einer solchen kleinen vereinfachten Schnellpresse, und zwar einer Doppelmaschine, hatte man im Kloster Oberzell bereits begonnen, als die *Cotta*sche Schön- und Widerdruckmaschine noch in Arbeit war. Die Neukonstruktion wurde im Juli 1824 vollendet und gleichfalls von *Cotta* erworben. Nach dem gleichen Modell wurden 1825 zwei Maschinen an den „Hamburgischen Correspondenten" und eine an den Postdirektor *Monrad* in Kopenhagen, 1826 zwei Stück an den Besitzer der „Vossischen Zeitung" in Berlin, *Lessing*, geliefert. Abb. 33 zeigt den Schnitt durch diese Berliner Maschine. Die Druckzylinder liefen hierbei beständig um, und der Karren wurde durch den üblichen Doppelrechenmechanismus angetrieben; im Farbwerk ist der offene Farbkasten mit Duktorzylinder und Abstreifmesser bemerkenswert, die heute noch übliche Konstruktion, die den geschlossenen Farbbehälter mit Piston ersetzte; die Anlegebänder werden wie bisher durch den Hornradmechanismus intermittierend angetrieben, auch die Bänderführung ist im wesentlichen die gleiche wie bisher.

Die erste vereinfachte Einzylindermaschine für Handbetrieb erhielt die *J. B. Metzler*sche Druckerei in Stuttgart 1825. Von dieser Bauart wurde in den folgenden Jahren eine ganze Reihe von Maschinen an die namhaftesten Druckereien Deutschlands geliefert, so z. B. an *F. A. Brockhaus* in Leipzig, *Elben* in Stuttgart, *Schulbuch-Verlag* in München, *Hayn* in Berlin u. a. Auch nach der Schweiz, Holland und Frankreich wurden solche einfachen Schnellpressen verkauft; besonders mit Frankreich, wo die Druckerei von *Guyot & Scribe* in Paris 1827 die erste Maschine erwarb, entwickelte sich ein lebhafter Geschäftsverkehr, nachdem *Koenig* selbst im Jahre 1828 in Paris gewesen war und einen französischen Preiskurant ausgegeben hatte. Eine solche einfache Schnellpresse stellt Abb. 34 dar; die Elemente sind dieselben wie bei der vereinfachten Doppelmaschine. Durch einen neuen Preiskurant gab *Koenig* auch der deutschen Buchdruckereiwelt diese vereinfachten, dem Festlandmarkt angepaßten Ausführungen kund. Im Jahre 1826 wurden daraufhin elf Schnellpressen abgesetzt.

Obschon sich so das Schnellpressengeschäft befriedigend zu entwickeln schien, glaubte *Koenig* nicht, daß sich die Fabrik auf die Dauer mit dem Bau von Druckmaschinen genügend werde beschäftigen lassen und hielt den Augenblick nun für gekommen, den alten, schon in London gehegten Plan zu verwirklichen und neben der Maschinenfabrik eine Papierfabrik zu errichten. Durch den laufenden Absatz von Druckpapieren sollte dem Unternehmen eine gewisse Stetigkeit gegeben werden:

Digitized by Google

außerdem war zu erwarten, daß auch die Verbreitung der Schnellpresse durch die Lieferung von Maschinenpapier gefördert werden würde, wie wir oben sahen. *Koenig* hatte sich daher schon in London bei *Donkin*, dem Erbauer der ersten Papiermaschinen, und *Dickinson*, dem Besitzer der größten Papierfabrik, mit denen beiden er in näheren persönlichen Beziehungen stand, über Papiermaschinen und Papierfabrikation eingehend unterrichtet, und hatte auch *Bauer* veranlaßt, das gleiche zu tun, bevor er 1818 London verließ. Im Jahre 1823 war *Koenig* noch einmal nach England gereist, eigens zu dem Zwecke, die allerletzten Fortschritte auf diesem Gebiete kennen zu lernen. Er war also technisch vorbereitet, und es fehlte nur das Kapital. Durch seine nähere Bekanntschaft mit *Frhr. v. Cotta* war es ihm aber gelungen, diesen weitblickendem und unternehmendem Sinne zeugt. Die Papierfabrik hat die gehegten Erwartungen vollständig erfüllt, das Werk in schweren Zeiten über Wasser gehalten und war bis 1863 mit der Maschinenfabrik *Koenig & Bauer* verbunden. Damals wurde sie verkauft und später aufgelöst.

Nach Eröffnung der Papierfabrik war das Unternehmen in dem Rahmen, in dem *Koenig* es geplant hatte, fertig. Es waren erprobte, marktgängige Typen von Schnellpressen geschaffen, die nach den vorhandenen Modellen fabrikmäßig, ja schon in größeren Stückzahlen — wir würden heute sagen im Reihenbau — auf Lager gebaut werden konnten, da die Nachfrage aus dem Inland und Ausland beständig wuchs und die wenigen Typen dem Bedarfe genügten.

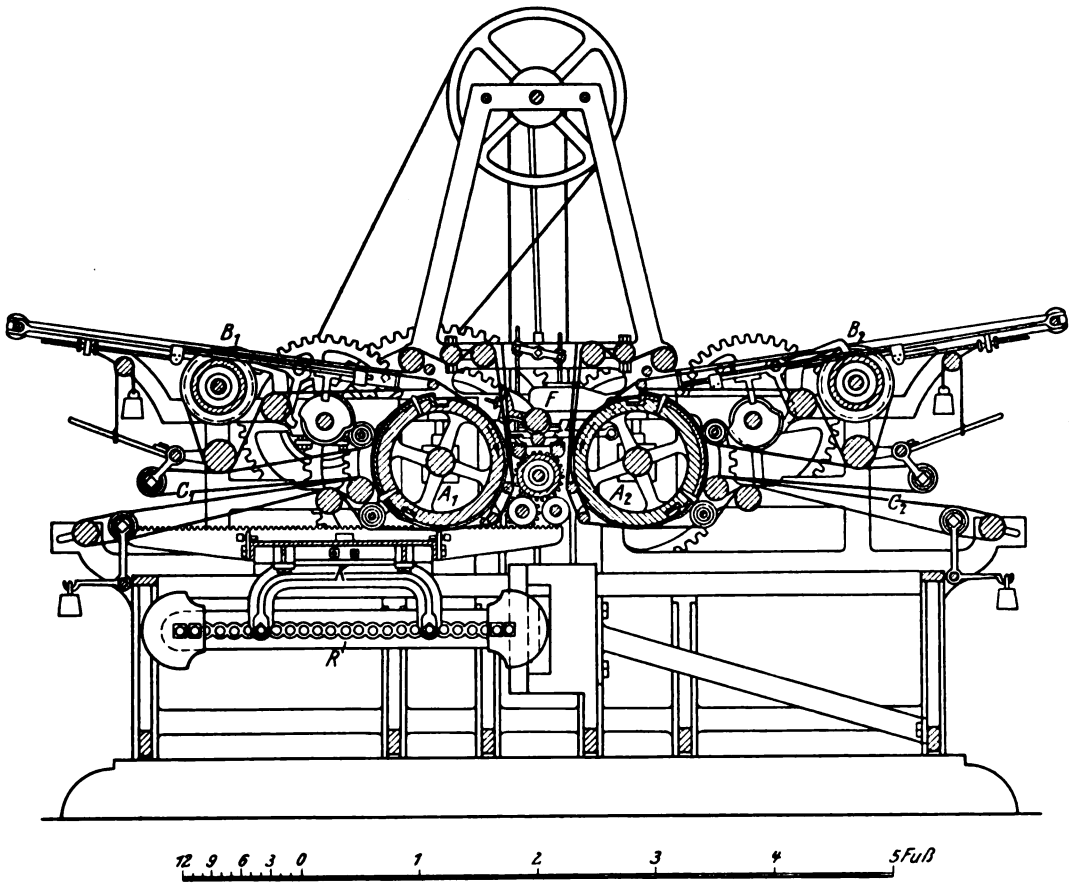


Abb. 88. Doppelmaschine der „Vossischen Zeitung" (1826), Längsschnitt

unternehmenden Mann, der neben seinem berühmten Zeitungs- und Werk-Verlag und seiner Druckerei auch an vielen andern gewerblichen Unternehmungen, z. B. an der Bodensee-Dampfschiffahrt, beteiligt war, für das Papierunternehmen zu gewinnen. Er beteiligte sich an der Gesellschaft mit $^1/_3$, während *Koenig & Bauer* $^2/_3$ übernahmen.

Da die Wasserkräfte in Oberzell nicht ausreichten, wurde 1825 die Mühle des ehemaligen Benediktinerklosters Münster-Schwarzach am Main erworben. Die Einrichtung der Papierfabrik dort erforderte aber drei Jahre, so daß erst 1828 das erste Papier erzeugt werden konnte. Es war die dritte Papiermaschine, die in Deutschland in Betrieb kam; die zweite war eine *Dockin*sche, die die *v. Rauch*sche Papierfabrik in Heilbronn a. N. kurz vorher aufgestellt hatte, während die erste Papiermaschine schon vorher nach Berlin gekommen war. So war *Koenig* nicht nur der Erfinder der Schnellpresse und einer der Mitbegründer der deutschen Maschinenindustrie, sondern auch einer der ersten, die die Papiermaschine bei uns einführten. Wir sind auf diese Episode seiner industriellen Tätigkeit etwas näher eingegangen, weil sie von *Koenigs*

Daneben beschäftigte *Koenigs* unablässig schaffenden Geist aber schon die weitere Ausgestaltung seiner Erfindung. Aus einem 1832 herausgegebenen Prospekt sehen wir, welche Pläne im Gange waren. Da finden wir neben der einfachen Schnellpresse, der Doppelschnellpresse und der Schön- und Widerdruckmaschine als vierte Art eine „Zweifarbenmaschine" angeboten. Es heißt: „Nr. 4. Eine Maschine zum Kalenderdruck, die den Bogen ebenfalls nur auf einer Seite, aber zweifarbig druckt." Aus dem umfangreichen Briefwechsel mit der *J. B. Metzler*schen Druckerei in Stuttgart über diese Maschine geht hervor, daß sie zwei ebene Formen und einen Druckzylinder haben sollte. Einzelheiten fehlen. Der Entwurf muß aber durchgearbeitet gewesen sein, denn es war nahe daran, daß die Maschine verkauft wurde. Der Abschluß zerschlug sich nur deshalb, weil bei der großen Zerspitterung des Kalenderverlags auch die *Metzler*sche Druckerei keine hinreichend großen Aufträge zu drucken hatte, um die Maschine genügend zu beschäftigen. Weiter wird in dem Prospekt eine vierfache Maschine für Zeitungen angeboten, die mit vier Druckzylindern und vier

Digitized by Google

Farbwerken stündlich 4000 Drucke liefern sollte, aber gleich hinzugefügt, daß für eine solche Leistung kaum Bedarf sein werde. Schließlich findet sich in dem Prospekt ein deutlicher Hinweis auf den Bau einer Maschine für endloses Papier, der so interessant ist, daß wir ihn wörtlich anführen:

„Wir hielten noch andere, seltsamere Combinationen — mit endlosem Papier — nicht nur für möglich, sondern auch für leicht ausführbar. Allein ob man gleich damit ein ungeheures Resultat erhalten würde, so treten doch, nach unserer Meinung, so viel praktische Hindernisse, die in der Beschränktheit des Bedarfes und in bestehenden Formen und Gewohnheiten ihren Grund haben, ein, daß wir uns nie zu einem Versuche entschließen konnten, wiewohl wir dazu alle Mittel zur Hand haben."

Es ist nicht anzunehmen, daß es sich hierbei um eine Flachformschnellpresse für Rollenpapier handelte; *Koenig* schwebte dabei sicher eine richtige Rotationsdruckmaschine mit zylindrischen Stereotypieformen vor. Denn

Die schöne Entwicklung, die das Unternehmen von *Koenig & Bauer* so genommen hatte, wurde durch die Julirevolution in Paris im Jahre 1830 jäh unterbrochen. *Koenig* hatte dieses Ereignis anfänglich begrüßt. War er doch durch seinen 10jährigen Aufenthalt in England zu einem großen Freunde freiheitlicher staatlicher Einrichtungen geworden; er hatte gehofft, daß auch die Völker des Kontinents nun von der auf ihnen lastenden politischen und wirtschaftlichen Bevormundung befreit werden würden. Mit der von ihm erwarteten Pressefreiheit schien sich ein weites Feld für den Bau von Druckmaschinen zu eröffnen. Zunächst nahm aber die Entwicklung eine andere Richtung. In Paris gewannen kommunistische Strömungen unter *Blanquis* Einfluß die Oberhand; die Druckmaschinen, auch die von *Koenig & Bauer*, wurden planmäßig zusammengeschlagen; das französische Geschäft, eines der besten, hörte auf. In Deutschland war die nächste Folge der Julirevolution eine Stärkung der Reaktion und eine verschärfte Knebelung der Presse. Druckmaschinen wurden nicht mehr bestellt. Die Lage

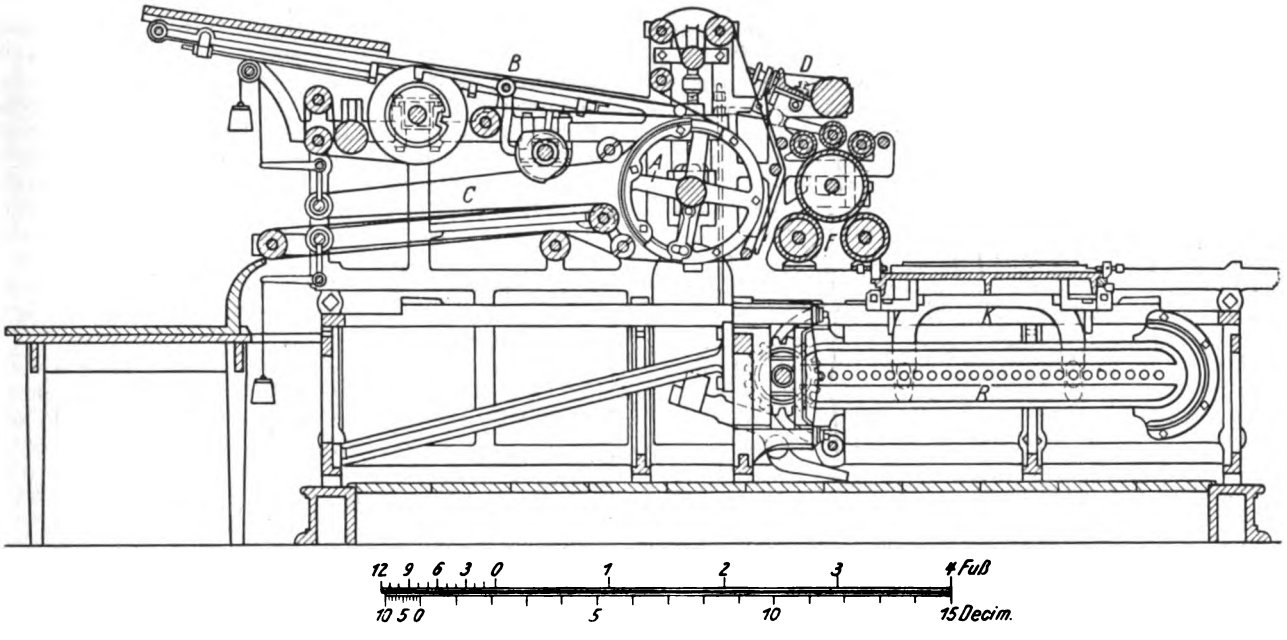


Abb. 34. Vereinfachte Einzylindermaschine (1825)

dieses Verfahren war ihm durchaus bekannt. Hatte doch *Edward Cowper* schon 1816 ein englisches Patent auf zylindrische Stereotypieplatten genommen und *Koenig* selbst der *Metzler*schen Druckerei gelegentlich der Verhandlungen wegen der Zweifarbenmaschine auch einen Plan vorgelegt, wobei die rote Farbe von zylindrischen Stereotypieplatten gedruckt werden sollte.

Es war aber *Koenig* weder vergönnt, die Zweifarbenmaschine, noch die vierfache Maschine, noch die Rotationsmaschine selbst zu bauen. Denn ihm war nur noch eine kurze Lebensspanne vom Schicksal bestimmt, und diese Pläne eilten dem Bedarfe der Zeit um Jahrzehnte voraus. Seinem Freunde *Bauer*, seinen Söhnen *Wilhelm* und *Friedrich Koenig* und andern blieb es vorbehalten, sie im Laufe des 19. Jahrhunderts zu verwirklichen und überhaupt alle jene Möglichkeiten auszunutzen, die *Koenigs* Erfindung in sich trug, sowohl hinsichtlich weiterer Steigerung der Druckgeschwindigkeit, als der künstlerischen Vervollkommnung der Druckerzeugnisse. Gerade in dieser Beziehung setzte *Koenig* ja große Hoffnungen auf seine Druckmaschine, sagt er doch in dem schon erwähnten Prospekt von 1832:

„Zum wohlfeilen und schnellen Drucke der Bücher ist genug geschehen, zum besseren Drucke bleibt noch viel zu thun übrig. Wir sind überzeugt, daß die Druckmaschine auch dazu beizutragen bestimmt ist."

schien hoffnungslos. Fast der gesamte mühsam herangezogene Arbeiterstamm — es waren 120 Mann geworden — mußte bis auf 14 Mann entlassen werden.

Da brach *Koenig*, der sein ganzes Leben hindurch in so vielen verzweifelten Lagen allen Widrigkeiten Trotz geboten und immer wieder neue Auswege gefunden hatte, körperlich zusammen. Ein Herzleiden, das ihn schon als Jüngling verfolgt und das ihn 1810 in London bereits einmal an den Rand des Grabes gebracht hatte, setzte jetzt mit erneuter Heftigkeit ein. Am 14. Januar 1833 erlitt *Koenig* einen schweren Schlaganfall. Drei Tage bemühten sich die Ärzte, darunter *Koenigs* Freund, der bekannte Würzburger Kliniker *Schönlein*, an seinem Krankenbett; vergebens — am 17. Januar trat der Tod ein. In dem ehemaligen Klosterfriedhof — jetzt Familienfriedhof — wurden seine irdischen Reste beigesetzt. Ein einfacher Stein, der nur die Inschrift *„Friedrich Koenig"* trägt, deckt sein Grab. Davor wurde später ihm und seinem Freunde *Bauer* ein einfaches, aber würdiges Denkmal errichtet, das an das Lebenswerk der beiden Männer erinnert, ein Denkmal, wie es dem Sinne beider entsprach. *Koenig* war sich ja seines Wertes und seiner Leistung wohl bewußt, — aber unendlich weit von lautem Selbstlob entfernt. Wir aber, die wir sein Lebenswerk aus einem Abstand von fast 100 Jahren betrachten, dürfen es schon lauter sagen, was er geleistet, ja wir dürfen ihm

Digitized by Google

das *Horaz*sche Wort in den Mund legen: „Exegi monumentum aere perennius."

Die Erfindung der Druckmaschine ist in der Tat der Ausgangspunkt einer ungeahnten Entwicklung des graphischen Gewerbes im 19. Jahrhundert geworden, einer Entwicklung, die uns durch die Leichtigkeit, die Schnelligkeit und Schönheit der Vervielfältigung des gedruckten Wortes und Bildes in gleicher Weise in Erstaunen setzt. Moralisten mögen darüber streiten, ob die Welt dadurch besser geworden ist. Jedenfalls hat die durch die Erfindung der Druckmaschinen eingeleitete Vervollkommnung der Drucktechnik außerordentlich viel zu der Veränderung beigetragen, die das Antlitz der Menschheit im 19. Jahrhundert in politischer, intellektueller, ethischer und künstlerischer Hinsicht erfahren hat.

Nachdem wir so *Koenigs*, des Erfinders und Industriellen, Bedeutung gewürdigt, seien noch wenige Worte über das Schicksal seines Werkes in Kloster Oberzell und die weitere Entwicklung der deutschen Druckmaschinenindustrie angeführt. Nach *Koenigs* Tod verblieb die Leitung des Werkes zunächst in den Händen *Bauers*. Gedrängt durch die bald auftretende billigere Konkurrenz, ging er von dem bisher in Oberzell allein angewendeten Prinzip des ständig umlaufenden Zylinders zum Prinzip des Haltzylinders über. Der Doppelrechen als Bewegungsmechanismus des Karrens wurde damit verlassen und dafür zunächst die direkte oder übersetzte Kurbelbewegung (Eisenbahnbewegung) benutzt. An Stelle dieser Bewegungen erfand *Bauer* dann die ausgezeichnete Kreisbewegung; es ist eine Geradführung als Spezialfall der Hypozikloide. Ebenso führte er die von *Napier* in London erfundenen Druckzylindergreifer an Stelle der früher verwendeten Bänder ein, durch die der Bogen auf dem Zylinder festgehalten wird. Sodann baute *Bauer* eine vierfache Maschine, aber nicht mit vier Druckzylindern, wie *Koenig* sie geplant hatte, sondern mit dreien, von denen der mittlere doppeltwirkend war. Sie blieb bis zur Einführung der Rotationsdruckmaschine die Maschine für Zeitungsdruck in großen Auflagen. *Bauer* starb 1860. Die Leitung des Geschäftes ging an *Koenigs* beide Söhne, *Wilhelm* und *Friedrich Koenig*, über, die beide auf der damals in erster Linie stehenden polytechnischen Schule in Karlsruhe unter dem berühmten *Redtenbacher* zu tüchtigen Ingenieuren herangebildet worden waren. Die Erfindung der sechsfachen Maschine, der Einzylinder-Zweifarben- und Fünffarbenmaschine, der Bau von Zeitungsrotationsmaschinen mit einer und mehreren Rollen, der Illustrationsrotationsmaschinen, der bänderlosen Falzapparate, der Rotationsmaschine für wechselnde Formate, der Tiefdruckrotationsmaschine, der Reihenrotationsmaschine für Höchstgeschwindigkeiten, dies und vieles andres sind Marksteine am Wege, den *Koenigs* beide Söhne und deren Nachfolger gegangen sind.

So hat sich das Werk des Erfinders im Laufe des 19. Jahrhunderts langsam zwar, aber stetig, ohne Sprung, aber auch ohne Rückschlag entwickelt und den Aufgaben der Zeit angepaßt. Nachdem alle Erweiterungsmöglichkeiten des alten Klosteranwesens erschöpft waren, wurde diese historische Stätte deutschen Maschinenbaues verlassen und im Jahre 1900 auf der gegenüberliegenden Mainseite ein neues Werk nach einheitlichem Plane in neuzeitlichem Stile errichtet. Abb. 35. So ist diese älteste Druckmaschinenfabrik der Welt gleichzeitig auch eine der am meisten neuzeitlich eingerichteten. Bei dem gegenwärtigen Grade des Ausbaues kann das Werk 2000 Mann beschäftigen. Nachdem *Wilhelm Koenig* im Jahre 1894 gestorben, *Friedrich Koenig* sich 1904 von der Geschäftsleitung zurückgezogen hatte, wurde das Unternehmen 1904 in der Form einer Familien-G. m. b. H. und 1920 in eine Aktiengesellschaft übergeführt.

Die ersten Nachahmer fand *Koenig* natürlich in England. Gleich nachdem er und *Bauer* London verlassen hatten, warf sich eine Reihe von Leuten auf dieses von *Koenig* neu erschlossene Gebiet des Maschinenbaues. Eine Unmenge von englischen Patenten wurde auf Druckmaschinen genommen, von denen aber die wenigsten eine praktische Bedeutung erlangten. Nur zwei Namen sind hervorzuheben, die für den Druckmaschinenbau eine Bedeutung erlangten: *Cowper & Applegath* und *Napier*. *Applegath* arbeitete in starker Anlehnung an *Koenig*, dessen Maschine er auch mit Hilfe des untreuen *Thom. Bensley* kopierte. Er hat zuerst die sogenannte Tischfärbung ausgeführt, bei der die Farbe nicht auf einem Zylinder, sondern auf einem mit dem Karren verbundenen eisernen Tisch verteilt wird, und zwar mit Massewalzen, die sich senkrecht zum Laufe des Tisches hin und her bewegen. Auch diese Art der Farbverteilung war *Koenig* schon in seinem dritten Patent Nr. 3725 von 1813 wahlweise geschützt worden. Ausgeführt hat er aber nur die sogenannte „zylindrische Färbung", die im deutschen Druckmaschinenbau bis heute fast ausschließlich verwendet wird. Im englischen, französischen und amerikanischen Maschinenbau wurde aber, und zwar teilweise bis heute, der Tischfärbung der Vorzug gegeben. *Cowper & Applegath* haben nach *Koenigs* Weggang von London wohl zunächst die meisten Druckmaschinen für England geliefert, 1822 auch eine Schön- und Widerdruckmaschine für *Bensley*, die gegenüber der *Koenig*schen zwar bedeutend vereinfacht, im Grunde aber ihr vollständig nachgebildet war [13]). Auch in Paris fand *Koenig*, als er sich 1828 dort aufhielt, bereits eine Reihe Maschinen von *Cowper & Applegath* im Betrieb. *Napier* folgte *Cowper & Applegath* mit dem Bau von Druckmaschinen alsbald nach. 1824 erfand er die Zylindergreifer, ein Element des Schnellpressenbaues, das sich bis heute in wenig veränderter Form erhalten hat. Die Entwicklung des englischen und des kontinentalen Pressenbaues außerhalb Deutschlands weiter zu verfolgen, liegt außerhalb der Grenzen dieses Aufsatzes.

In Deutschland war infolge des beschriebenen niederen Standes der Maschinenbauindustrie eine Nachahmung der Schnellpressen von *Koenig & Bauer* nicht so bald zu erwarten. Einige Versuche mißglückten schon im Entstehen, so derjenige einer Firma *Hellfarth & Co.* in Erfurt, die 1820 durch einen Prospekt eine „Geschwind-Druckmaschine" anbot. Die erste ernstliche Konkurrenz erwuchs daher der Firma *Koenig & Bauer* aus dem eigenen Lager. *Fritz Helbig*, *Koenigs* Neffe, ein heller Kopf, den sein Onkel zum Mechaniker und Schnellpressenmonteur ausgebildet hatte, verließ gegen Ende 1829 Oberzell, ließ sich in Österreich ein Privileg auf den Bau von Druckmaschinen geben und gründete im Jahre 1835 mit *Leo Müller*, einem ehemaligen Modelltischler *Koenigs*, die Schnellpressenfabrik *Helbig & Müller* in Wien. Die Schnellpresse, die hier gebaut wurde, war eine Haltzylindermaschine mit Eisenbahnbewegung und zylindrischem Farbwerk für Handbetrieb. Sie war wesentlich einfacher und billiger als die bisher in Oberzell gebauten Maschinen und daher für den deutschen Markt so geeignet, daß, wie wir sahen, *Bauer* genötigt war, eine ähnliche Maschine zu bauen. *Leo Müller*, ein sehr intelligenter Kopf, war übrigens der Erfinder des sogenannten „Doppelexzenters", eines klassischen Mechanismus des Schnellpressenbaues zum Anhalten des Druckzylinders, der bis heute verwendet wird. Grundsätzlich war *Koenigs* Prinzip des ständig umlaufenden Zylinders für den Druck allerdings das richtige, da Form und Druckfläche während des Druckvorganges sich dabei mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegen. Bei der Haltzylindermaschine dagegen wird Karren und Form mit nach dem Sinusgesetz zu- und abnehmender Geschwindigkeit hin und her geführt und der Druckzylinder vom Karren durch eine Zahnstange mitgenommen. Die dadurch bedingte Massen-Beschleunigung und Verzögerung ist dem Drucke

[13]) Die Maschine ist abgebildet und beschrieben in der von Bensley & Son herausgegebenen „Literary Gazette" vom 26. Oktober 1822. *Applegaths* und *Bensleys* angebliche eigene Verdienste sind hierin ungebührlich hervorgehoben.

Digitized by Google

nachteilig. Seit 30 Jahren ist man daher wieder zu dem Prinzip der Zweitourenmaschine zurückgekehrt, da der Abdruck feinnetziger Autotypien eine absolut genaue Abwicklung des Druckbogens auf der Form bedingt und es scheint, daß der Zweitourenmaschine in der allerdings wesentlich verbesserten heutigen Bauweise nun doch die Zukunft gehört. Die Firma *Helbig & Müller* wurde 1848 aufgelöst, aber durch zwei Angestellte, *H. Löser* und den Werkmeister *Kaiser*, unter dem Namen *Löser & Kaiser*, später *L. Kaisers Söhne* und schließlich als Schnellpressenfabrik *Mödling A. G.* vorm. *L. Kaisers Söhne* fortgesetzt. Das Werk ist heute im Besitze der Firma *Koenig & Bauer*, seines ideellen Mutterhauses.

Eine andre Konkurrenz entstand der Oberzeller Fabrik in Augsburg durch einen andern Neffen *Friedr. Koenigs*, *Carl Reichenbach* aus Eisleben. *Reichenbach* war von Beruf Drechsler und Mechaniker und als solcher weit in der Welt herumgekommen, auch in Frankreich. Als *Cotta* im Jahre 1825 einen Mechaniker zur Bedienung seiner Schön- und Widerdruckmaschine suchte, empfahl *Koenig* ihm *Reichenbach*, der auch die Stelle erhielt. 1827/28 trat er in *Koenigs* Dienst und stellte in Paris Maschinen für ihn auf. 1828 nach Augsburg zurückgekehrt, nahm er seinen Posten bei *Cotta* wieder ein, den er noch bis 1844 innehatte. Damals machte er sich selbständig, erwarb mit seinem Schwager *Carl Buz* zusammen die *Sander*sche Maschinenfabrik, die er unter der Firma *Carl Reichenbach* weiterführte, um hier Schnellpressen zu bauen, ähnlich denen von *Helbig & Müller* in Wien, also mit Eisenbahnbewegung. Die Firma *Carl Reichenbach* ist die Stammutter der später zu hoher Blüte gelangten Maschinenfabrik Augsburg, A.-G., die jetzt mit der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Nürnberg zur M. A. N. verschmolzen ist und bis heute in Augsburg eine Sonderabteilung für den Druckmaschinenbau betreibt.

Etwa um dieselbe Zeit, 1840, hat die Berliner Firma *G. Sigl* eine Zweigfabrik in Wien errichtet und an beiden Orten den Bau von Druckmaschinen mit Erfolg begonnen und bis in die 70er Jahre fortgeführt, wo die Berliner Firma aufhörte und die Wiener sich ganz dem Lokomotivbau zuwandte. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entstand eine Reihe von neuen Fabriken, die fast alle heute noch bestehen und von denen die meisten sich auf gewisse Typen von Druckmaschinen spezialisiert haben. Sämtliche Fabriken sind zur Vereinigung deutscher Druckmaschinenfabriken e. V. mit dem Sitze in Würzburg zusammengeschlossen. Es gehören dieser Vereinigung zur Zeit 22 Firmen an. So ist *Koenigs* Erfindung und seine Niederlassung in Kloster Oberzell der Ausgangspunkt für eine blühende deutsche Industrie, die Druckmaschinenindustrie, geworden, die vor dem Kriege auf dem Weltmarkt — die angelsächsischen Länder vielleicht ausgenommen — tonangebend war und auch nach dem Kriege trotz allem ihre alte Stellung wieder eingenommen hat.

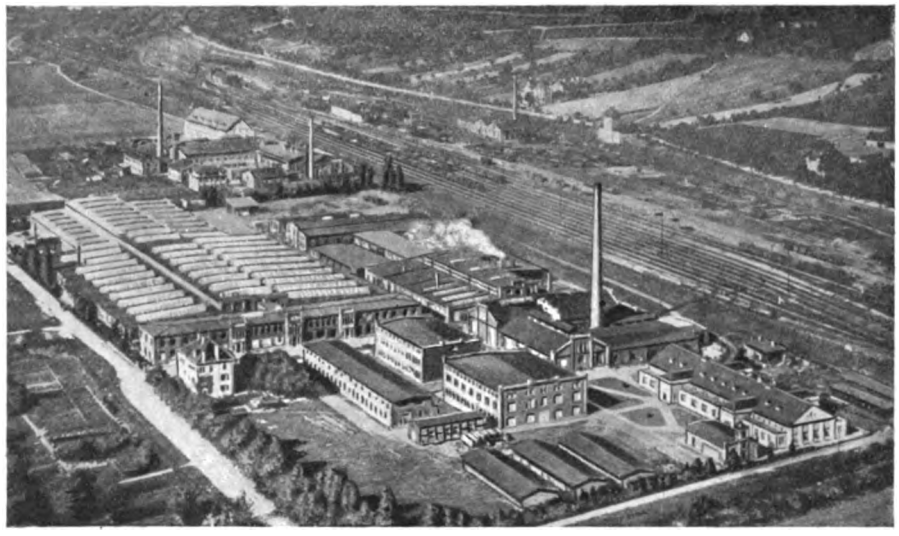


Abb. 35. Neues Werk von *Koenig & Bauer* in Würzburg-Zell

Digitized by Google

EIN VENEZIANISCHES PATENT GALILEO GALILEIS

Von Geheimem Regierungsrat Dr.-Ing. Theobald, Berlin-Lichterfelde

Der Welt ist *Galilei* als der große Astronom und als der Märtyrer seines Bekenntnisses zur Kopernikanischen Lehre bekannt. Der Ingenieur dankt ihm die Entdeckung wichtiger Gesetze der Mechanik, wie der Gleichheit der Schwingungsdauer des Pendels bei verschiedenen Ausschlägen, der Unabhängigkeit der Fallgeschwindigkeit von dem Gewichte der Körper, die Grundelemente der Hydrostatik u. a. m. Kaum bekannt ist dagegen, daß *Galilei* ein Erfindungspatent, und zwar auf ein Wasserhebewerk, nachsuchte und erhielt, und daß dieser frühe Akt gewerblichen Rechtsschutzes sich 1593/94 auf venezianischem Boden abspielte. Es erscheint deshalb lohnend, den Hergang der Patentanmeldung des großen Meisters kennenzulernen.

Ich entnehme den italienischen Text den Opere di Galileo Galilei, Edizione Nazionale, Florenz 1907, die in Vol. XIX S. 126 bis 129 die einzelnen Stadien der Patentanmeldung, -prüfung und -erteilung im Wortlaut wiedergeben. Der Akt beginnt mit dem Gesuch *Galileis* an den Dogen von Venedig, der Doge verweist das Gesuch durch den Senat an die Provveditori der Gemeinde, die Provveditori empfehlen dem Dogen die Erteilung des Patents, und der Doge fertigt das Dokument aus.

Hier folgt der Urtext, daneben meine Übersetzung:

I. Gesuch *Galileis* aus dem Dezember 1593

Ser.mo Principe, Ill.ma Sig.ia.

Ho inventato io *Galileo Galilei* un edifficio da alzar acque et adacquar terreni, facilissimo, die poca spesa et molto commodo, che col moto di un sol cavallo vinti bocche di acqua, che si ritrovano in esso, gettaranno tutte continuamente.

Desidero al presente farlo adoperare; nè siando conveniente che quella inventione ch'è mia propria, ritrovata da me con gran faticha et molta spesa, sia fatta comune ad ogn'uno, supplico humilmente la Ser.a V. che si degni favorirmi di quello che per benignità sua prontamente concede in casi simili a cadaun virtuoso di ogni professione, cioè che altri che la persona mia o miei heredi, o chi haverà causa da me o da loro, non possi far, nè far far, nè, fatto, usar, il detto mio nuovo instrumento, nè con alteratione applicarlo ad altro uso di acque o altra cosa, per spatio de anni quaranta o quel tanto che piacerà alla Ser.a V., sotto quelle pene pecuniarie che pareranno a lei convenienti, da esserne participate anco da me, in caso di transgressione. Per il che più vivamente invigilarò a nuove inventioni per benefficio universale; et humile me le raccomando.

Durchlauchtigster Fürst, hochedler Herr!

Ich, *Galileo Galilei*, habe ein Werk erfunden, um Wasser zu heben und Ländereien zu bewässern, und zwar sehr leicht, mit wenig Unkosten und großem Vorteil, derart, daß bei einem Antrieb durch nur ein Pferd zwanzig Wasserausläufe, die sich an ihm befinden, vollkommen ununterbrochen springen werden.

Da es mir aber nicht zusagt, daß jene Erfindung, die mein Eigentum ist und von mir mit großer Mühe und viel Kosten zustande gebracht wurde, Gemeingut eines jeden beliebigen wird, so bitte ich ehrerbietig, Ew. Durchlaucht möchten mich gnädigst mit der Gunst bedenken, die Eure Huld in ähnlichen Fällen jedem Künstler in irgendeinem Handwerk verleiht, nämlich: daß außer meiner Person oder meinen Erben oder solchen, die von mir oder von ihnen ein Recht dazu erhalten, es niemandem gestattet sei, besagtes mein neues Werk anzufertigen, noch es anfertigen zu lassen, noch es, wenn angefertigt, zu gebrauchen, noch es in abgeänderter Form zu anderem Zweck mit Wasser oder einem andern Stoff zu gebrauchen, auf einen Zeitraum von vierzig Jahren, oder wieviel Ew. Durchlaucht gefallen mögen, bei irgendwelcher Euch genehm dünkenden Geldstrafe für den Verletzungsfall, von der ich einen Teil erhalte. Wonach ich noch eifriger auf neue Erfindungen zum allgemeinen Wohl bedacht bin und Euch mich untertänig empfehle.

II. Schreiben des Senats an die Provveditoren der Gemeinde Venedig aus dem Dezember 1593

[Venezia], 1593, a 28 Decembre

Che alla sopradetta supplicatione rispondino i Provveditori di Commun; et ben informati delle cose in essa contenute, visto, servato et considerato quanto si deve, dicano l'opinione loro, con giuramento et sottoscrittione di mano propria, giusta le leggi.

Cons.ri

Z. Paolo Cont.ni
Z. Ant. Ven.r
Vic.o Capello.
Z. de Priuli.
Carlo Corner.
Z. Batta Vitturi.

Giulio Gerardo.
Seg.rio

(Venedig) d. 28. Dezember 1593.

Es mögen sich zu obigem Antrag die Provveditoren der Gemeinde äußern; und nachdem sie über die darin enthaltene Angelegenheit gut unterrichtet worden sind und sie gesehen, erwogen und nach Pflicht beraten haben, unter Eid und mit eigenhändiger Unterschrift ihr Gutachten abgeben, gemäß dem Gesetz.

Die Räte.

Z. Paolo Cont.ni
Z. Ant. Ven.r
Vic.o Capello.
Z. de Priuli.
Carlo Corner.
Z. Batta Vitturi.

Giulio Gerardo.
Sekretär.

Digitized by Google

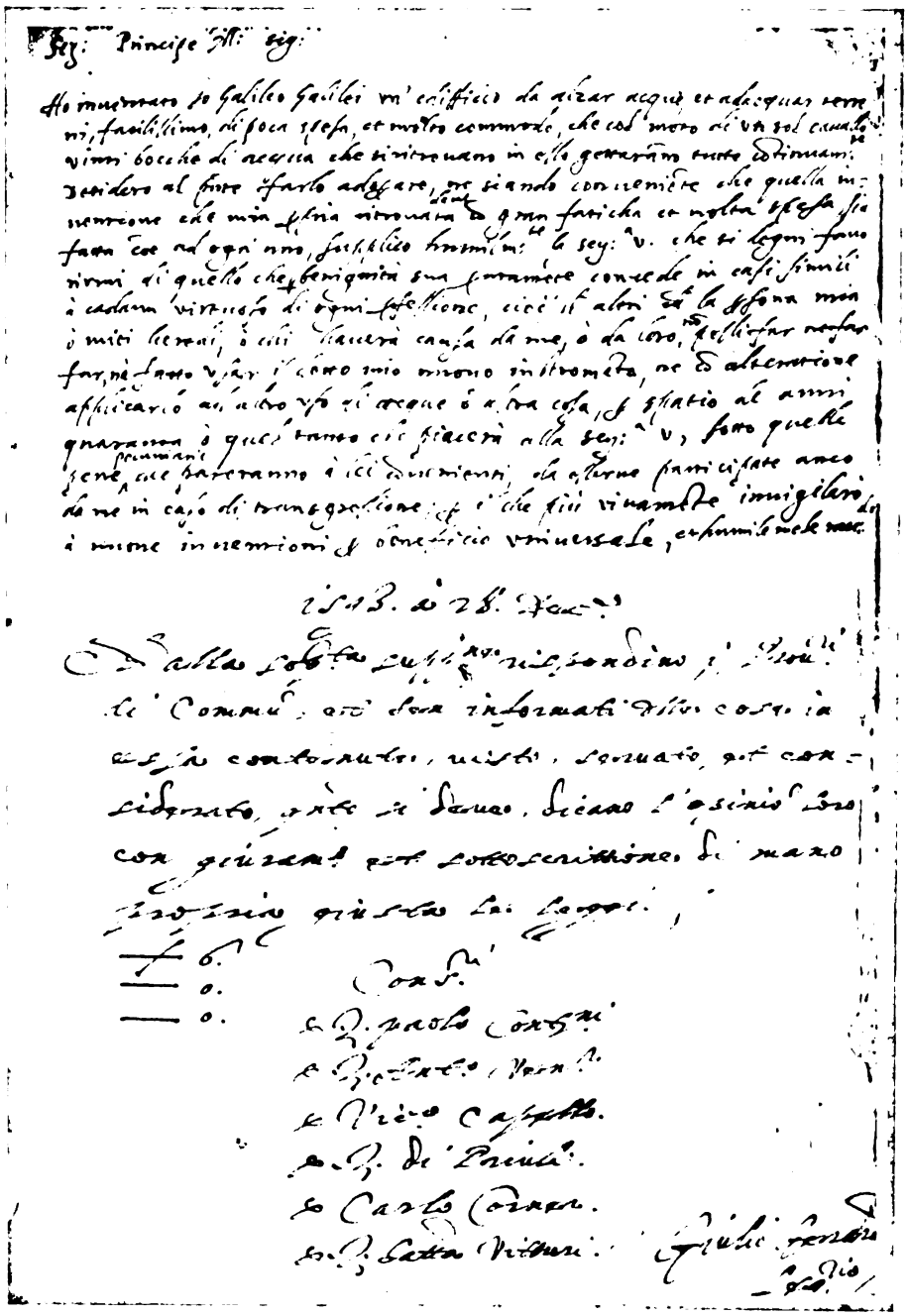


Abb. 1. Patentgesuch *Galileis* an den Dogen von Venedig und Äußerung der Räte

Digitized by Google

III. Gutachten der Provveditoren der Gemeinde Venedig vom 18. Februar 1594

Ser.mo Prencipe,

D'ordine di Vostra Ser.tà, noi Provveditori de Commun habbiamo visto la supplicatione a'piedi suoi prodotta per D. *Gallileo Gallilei*, per la quale dimanda gli sii concesso privilegio che altri che lui o chi haverà causa da lui non possi, per spacio d'anni quaranta, far, nè farne far, nè fatto, usar uno edeficio novo, per lui ritrovato, d'alzar acque et adacquar terre, et come in essa sua supplicatione si legge : alla qual riverentemente gli dicemo, con nostro giuramento, giusta l'ordine suo mandatoci alli 28 Decembre passato, come non habbiamo veduto questo suo edeficio nè in forma grande nè piccola; ma reuscendo come lui dispone nella sua supplicatione, et essendo inventione nova, non più d'altri ariccordata, nè ad altri statoli concesso privilegio, giudicamo che per anni vinti lui esser degno della gratia : rimettendosi però in tutto et per tutto al prudentissimo et sapientissimo suo giudicio. Gratie.

Dat. nell' off.o nostro, li 18 Febraro 1594.

Hier.mo Malipiero, Pr. de C.
Nicolo Correr, Pr. de C.
Francesco Soranzo, Pr. de C.

Durchlauchtigster Fürst,

Auf Befehl Eurer Hoheit haben wir Provveditoren der Gemeinde den zu Euren Füßen niedergelegten Antrag des *Galileo Galilei* geprüft, worin er bittet, man möge ihm das Privileg zugestehen, daß außer ihm oder denen, die von ihm ein Recht erhalten haben, auf einen Zeitraum von vierzig Jahren niemand anfertigen, noch anfertigen lassen, noch, wenn angefertigt, gebrauchen dürfe ein neues von ihm erfundenes Werk zum Heben von Wasser und zum Bewässern des Landes, wie in seinem Antrag angegeben ist. Hierzu bemerken wir ehrerbietigst, unter unserem Eid, gemäß Eurem Befehl vom 28. Dezember vorigen Jahres, daß wir besagtes sein Werk nicht gesehen haben, weder in großer Ausführung noch in einem Modell. Aber da (wenn?) es sich so verhält, wie er in seinem Antrag auseinandersetzt, und da (wenn?) die Erfindung neu und von niemand anderem vorher erwähnt ist und da (wenn?) niemand anderem vorher ein Privileg verliehen worden ist, geben wir unser Urteil dahin ab, daß er auf zwanzig Jahre des Vorrechts würdig ist, stellen jedoch die Angelegenheit in allem und jedem Eurem hochverständigen und hochweisen Entschluß anheim. In Ehrerbietung.

Gegeben in unserm Amtsgebäude, den 18. Februar 1594.

Hier.mo Malipiero, Provveditore der Gemeinde.
Nicolo Correr, Provveditore der Gemeinde.
Francesco Soranzo, Provveditore der Gemeinde.

IV. Verleihung des Privilegs

1. Beschluß des Senats

1594, 15 Settembre. In Pregadi.

Che per auttorità di questo Consiglio sia concesso a *Galileo Galilei*, che, per il spatio de anni vinti prosimi, altri che lui o chi haverà causa da lui non possa in questa città o luogo del stato nostro far, o far far, overo, altrove fatto, usar l'edificio da alzar acque et adacquar terreni, che co'l moto di un solo cavallo vinti bocche di acqua, che si ritrovano in esso, getteranno tutte continuamente, da lui ritrovato; sotto pena di perder li edificii, quali siano del supplicante, et di ducati 300, un terzo de'quali sia dell'accusator, un terzo del magistrato che farà l'essecutione, et un terzo della casa dell'Arsenal nostro : essendo però esso supplicante obligato, in termine di un anno, haver dato in luce detto nuova forma di edificio, et che non sia stata da altri ritrovata o raccordata nè che ad altri ne sia stato concesso il privilegio; altrimenti la presente concessione sia come se presa non fosse.

1594, 15. September. Pregadi.

Kraft Vollmacht besagten Senates sei dem *Galileo Galilei* das Privileg verliehen, daß für den Zeitraum der nächsten zwanzig Jahre, außer ihm oder solchen, die ein Recht von ihm haben, niemand in dieser Stadt oder irgendwo in unserem Staat darf anfertigen, noch anfertigen lassen, noch auch, falls anderswo angefertigt, gebrauchen das von ihm erfundene Werk zum Heben von Wasser und zum Bewässern von Ländereien, derart, daß bei einem Antrieb durch nur ein Pferd zwanzig Wasserausläufe, die sich an ihm befinden, vollständig ununterbrochen springen werden; bei Strafe des Verlustes der Maschinen, die Eigentum des Antragstellers werden, und einer Buße von 300 Dukaten, wovon ein Drittel dem Kläger zufallen soll, ein Drittel dem Magistrat, der die Vollstreckung vornimmt, und ein Drittel unserem Arsenal. Dabei soll indes der Antragsteller verpflichtet sein, binnen Jahresfrist die neue Form des Werkes in die Wirklichkeit überzuführen, und wird vorausgesetzt, daß es noch nicht von andern erfunden oder erwähnt, auch nicht andern das Privilegium verliehen worden ist; andernfalls soll die vorliegende Verleihung als niemals geschehen gelten.

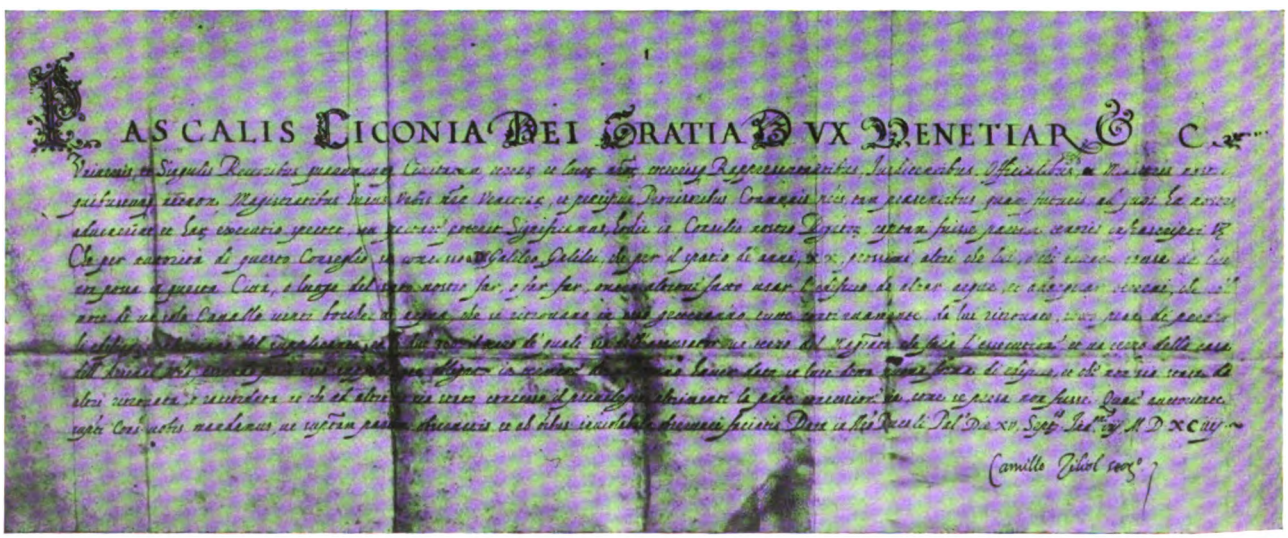


Abb. 2. Patenturkunde des Dogen von Venedig für *Galilei*

Digitized by Google

2. Entscheid des Dogen

Pascalis Ciconia, Dei gratia Dux Venetiarum etc. Universis et singulis Rectoribus quarumcumque civitatum, terrarum et locorum nostrorum, coeterisque rappresentantibus, iusdicentibus, officialibus et ministris nostris quibuscunque, necnon magistratibus huius urbis nostrae Venetiarum, et praecipue Provisoribus Communis nostris, tam praesentibus quam futuris, ad quos hae nostrae advenerint et harum executio spectet seu spectare poterit, significamus, hodie in Consilio nostro Rogatorum captam fuisse partem tenoris infrascripti, videlicet:

Che per auttorità di questo Conseglio sia concesso a D. *Galileo Galilei,* che, per il spatio de anni XX prossimi, altri che lui o chi haverà causa da lui non possa in questa città o luogo del stato nostro far, o far far, overo, altrove fatto, usar l'edificio da alzar acque et adacquar terreni, che co'l moto di un solo cavallo vinti bocche di acqua, che si ritrovano in esse, getterranno tutte continuamente, da lui ritrovato; sotto pena di perder li edificii, quali siano del supplicante, et di ducati 300, il terzo de'quali sia dell'accusator, un terzo del magistrato che farà lessecutione, et un terzo della casa dell'Arsenal nostro : essendo però esso supplicante obligato, in termine del un anno, haver dato in luce detta nuova forma di edificio, et che non sia stata da altri ritrovata o raccordata, nè che ad altri ne sia stato concesso il privilegio; altrimenti la presente concessione sia come se presa non fusse.

Quare, auctoritate supradicti Consilii, vobis mandamus ut supradictam partem observetis et ab omnibus inviolabiliter observari faciatis.

Datae in nostro Ducali Pal.o,

die XV Sept.is, MDXCIV
Camillo Ziliol secr.o

Wir, *Pascalis Ciconia,* von Gottes Gnaden Doge von Venedig usw., verkünden allen und jeden Gouverneuren eines jeden unserer Staaten, Länder und Städte, und allen unseren sonstigen Vertretern, Richtern, Offizieren und Amtsführern, insbesondere dem Magistrat dieser unserer Stadt Venedig, und vornehmlich den Provveditoren unserer Gemeinde, so gegenwärtigen wie zukünftigen, zu denen unser Erlaß gelangen wird und denen seine Vollstreckung zusteht oder einmal wird zustehen können, daß heute in unserem Rat der Abgeordneten ein Entscheid nachstehenden Wortlautes getroffen worden ist, nämlich:

Kraft Vollmacht besagten Senates sei dem *Galileo Galilei* das Privileg verliehen, daß für den Zeitraum der nächsten zwanzig Jahre, außer ihm oder solchen, die ein Recht von ihm haben, niemand in dieser Stadt oder irgendwo in unserem Staat darf anfertigen, noch anfertigen lassen, noch auch, falls anderswo angefertigt, gebrauchen das von ihm erfundene Werk zum Heben von Wasser und zum Bewässern von Ländereien, derart, daß bei einem Antrieb durch nur ein Pferd zwanzig Wasserausläufe, die sich an ihm befinden, vollständig ununterbrochen springen werden; bei Strafe des Verlustes der Maschinen, die Eigentum des Antragstellers werden, und einer Buße von 300 Dukaten, wovon ein Drittel dem Kläger zufallen soll, ein Drittel dem Magistrat, der die Vollstreckung vornimmt, und ein Drittel unserem Arsenal. Dabei soll indes der Antragsteller verpflichtet sein, binnen Jahresfrist die neue Form des Werkes in die Wirklichkeit überzuführen, und wird vorausgesetzt, daß es noch nicht von andern erfunden oder erwähnt, auch nicht andern das Privilegium verliehen worden ist; widrigenfalls die vorliegende Verleihung als niemals geschehen gelten soll. Hiermit, kraft obgenannten Senates, beauftragen wir Euch, den obenstehenden Entscheid zu beobachten und von allen unverletzlich beobachten zu lassen.

Gegeben in unserm Dogenpalast, am 15. Sept. 1594.

Camillo Ziliol, Sekretär.

Patentrechtlicher Gehalt der Dokumente

Die frühesten Spuren eines gewerblichen Rechtsschutzes finden wir in England, wo die Gewährung von Monopolen von alters her ein Recht der Krone war. Das älteste bekannte Patent wurde von *König Richard II.* (1327 bis 1377) erteilt [1]). Die Krone zog aus diesen Monopolen jahrhundertelang bedeutende Einkünfte [2]). Erst das ihr abgenötigte Statute of monopolies vom Jahre 1623 machte der drückenden Besteuerung der Erfinder wie des Verkehrs ein Ende.

Wie das *Galilei*sche Patent zeigt, besteht ein ähnliches Kronrecht in Venedig am Ende des 16. Jahrhunderts. Untersuchen wir auf Grund der obigen Dokumente die gewerbeschutzrechtliche Seite dieses Kronrechts, so können wir manchen Keim zu unserem heutigen Patentrecht finden. Erleichtert möge diese Betrachtung dadurch werden, daß wir die entsprechenden Stellen des Deutschen Patentgesetzes vom 7. April 1891 in seiner Fassung vom 7. Dezember 1923, daneben das nur wenige Jahrzehnte nach dem Galileischen erteilte erste englische Patent vom 11. März 1617, zum Vergleich heranziehen.

Galilei bittet den Dogen von Venedig um die Gunst, die er „in ähnlichen Fällen jedem Künstler in irgendeinem Handwerk bereitwillig verleiht". Hierin liegt nicht nur ein Beweis dafür, daß die Verleihung von Erfindungsmonopolen ein oft geübter Brauch war, sondern auch ein Gradmesser für die Höhe des geistigen Schaffens, die Voraussetzung für die Verleihung war. Denn nicht jedes technische Erzeugnis dürfte des Dogen Privileg beansprucht haben können, wohl aber das, was ein Künstler in seinem Handwerk erdacht [3]).

Das Recht aus dem Patent genießen nach dem Patentinhaber auch dessen Erben („ausgenommen den Patentinhaber oder seine Erben") [4]).

Es ist auch die Verleihung einer Lizenz an Andre seitens des Antragstellers oder seiner Erben vorgesehen („oder solchen, die von mir oder von ihnen ein Recht dazu erhalten") [5]).

Das Privileg bedeutet einen Schutz gegen den Mißbrauch durch jeden andern. Denn es spricht aus, daß das Werk „niemand in dieser Stadt oder irgendwo in unserem Staat darf anfertigen, noch anfertigen lassen, noch auch, wenn anderswo angefertigt, gebrauchen" [6]).

[1]) *Damme, F.* und *Lutter, R.:* Das Deutsche Patentrecht. Berlin 1925, S. 4.

[2]) Vgl. ebenda S. 3.

[3]) P. G. § 1. Patente werden erteilt für neue Erfindungen, welche eine gewerbliche Verwertung gestatten.

[4]) P. G. § 6 Satz 1. Der Anspruch auf Erteilung des Patents und das Recht aus dem Patent gehen auf die Erben über.

[5]) P. G. § 6 Satz 2. Der Anspruch und das Recht können beschränkt oder unbeschränkt durch Vertrag oder durch Verfügung von Todes wegen auf andere übertragen werden — Vgl. brit. Pat. Nr. 1: and suche as shall by them, or some of them, bee sett on worke, lycenced, or authorized.

[6]) P. G. § 4 Satz 1. Das Patent hat die Wirkung, daß der Patentinhaber ausschließlich befugt ist, gewerbsmäßig den Gegenstand der Erfindung herzustellen, in Verkehr zu bringen, feilzuhalten oder zu gebrauchen. — Vgl. brit. Pat. Nr. 1: make ... or cause to bee made, und weiter: straightlie charge, prohibite and forbidd all and singuler bodies politique and corporate and all and everie person and persons, as well our naturell borne subiectes as aliens, denizens, and straungers whatsoever ... that they, or anie of them, doe not presume, attempte, or take in hande ... to make within this our realme, or anie other of our domynions, or exporte out of the same.

Digitized by Google

Das Verbietungsrecht soll sich aber nicht nur auf Nachbildungen erstrecken, die mit der im Erteilungsantrag angedeuteten Ausführungsform identisch sind, sondern auch auf die Maschine „in abgeänderter Form zu einem andern Zweck mit Wasser oder einem andern Stoff". Das Schutzrecht begreift also auch die Äquivalente ein.

Die Dauer des Schutzes war verschieden, und es ist natürlich, daß der Erfinder sie möglichst lang anstrebte, während der Staat ihr eine angemessene Grenze zu setzen suchte. So beantragt *Galilei* den Schutz „auf einen Zeitraum von vierzig Jahren, oder wieviel Ew. Durchlaucht gefallen mögen". Der Doge aber erteilt das Patent entsprechend dem Vorschlag des Senates auf „die nächsten zwanzig Jahre". Bezüglich des Laufbeginns des Patents müssen wir aus dem „nächsten" schließen, daß die zwanzig Jahre vom Tag der Erteilung, also dem Datum des Dekrets, rechnen [7]).

Das Ausschlußrecht hätte nur auf dem Papier gestanden, wenn nicht Strafen auf Verletzung des Patents gesetzt gewesen wären. Die Höhe der Strafe legt *Galilei* in das Belieben des Dogen; denn er bittet ihn um Festsetzung „irgendwelcher Euch genehm dünkenden Strafe für den Verletzungsfall". Wahrscheinlich also, daß der Wert des Objektes die Grundlage für das Strafmaß abgab. Das Patent sieht zunächst die Einziehung der widerrechtlich gebauten oder benutzten Maschinen vor („bei Strafe des Verlustes der Maschinen") und spricht sie dem Patentinhaber zu („die Eigentum des Antragstellers werden"). Daneben droht dem Verletzer eine „Buße von dreihundert Dukaten" [8]). Freilich fällt diese nur zum Teil dem Kläger zu („wovon ein Drittel dem Kläger verfallen soll"), während das zweite dem Magistrat der Stadt Venedig, das dritte Drittel dem Arsenal zusteht.

Aus dem Worte „Kläger" ersehen wir weiter, daß die Verletzung ein Antragsdelikt ist [9]). Ob eine besondere Gerichtsbehörde, vielleicht ein Gewerbegericht, oder ob der Magistrat die Verletzungsklage entgegennimmt und durchführt, ist nicht ersichtlich. Jedenfalls vollstreckt der Magistrat das Urteil („der die Vollstreckung vornimmt").

Der Schutz des Patents wird außer dem Magistrat von Venedig „allen Gouverneuren . . . und . . . sonstigen Vertretern, Richtern, Offizieren und Amtsführern . . . so gegenwärtigen wie zukünftigen" zur Pflicht gemacht [10]).

Auffällig ist, daß der Schutz an keine Jahres- oder einmalige Gebühr geknüpft ist, um so mehr, als die Strafbestimmungen eine tatkräftige Verteidigung der Schutzrechte durch den Staat versprachen. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, daß solche Gebühren dennoch erhoben wurden. Enthält doch auch das brit. Pat. Nr. 1 nichts von einer Gebühr, obwohl die englischen Könige, wie wir wissen, zur selben Zeit die Patentinhaber und den Verkehr geradezu brandschatzten.

Einen Lizenzzwang sieht die Urkunde nicht vor. Wohl aber kennt sie einen Ausführungszwang. Denn es soll „der Antragsteller verpflichtet sein, binnen Jahresfrist diese neue Form des Werkes in die Wirklichkeit überzuführen", andernfalls das Patent zurückgenommen wird [11]).

Mit der Erteilung des Privilegs ist das Schutzrecht nicht unantastbar geworden. Vielmehr ist eine Nichtigerklärung durch den Staat vorgesehen; denn es soll in bestimmten Fällen „die vorliegende Erfindung als niemals geschehen gelten". Die Gründe für die Nichtigkeit entsprechen etwa denen, die auch im deutschen Patentrecht zur Nichtigerklärung führen. Einen Grund bildet später offenbar werdende Nichtneuheit der Erfindung; denn das Patent wurde nur erteilt „vorausgesetzt, daß es (das Werk, d. V.) noch nicht von andern . . . erwähnt . . . ist" [12]). Eine andere Voraussetzung für den Schutz war, „daß es noch nicht von andern erfunden . . . worden ist". Ob die Worte „von andern erfunden" etwa einer offenkundigen Vorbenutzung gleichzusetzen sind, kann zweifelhaft sein [13]).

Unzweifelhaft dagegen bildete das einem andern zuvor erteilte gleiche Schutzrecht einen Grund für die Nichtigerklärung. Denn eine dritte Voraussetzung für die Erteilung ist, daß „auch nicht einem andern das Privilegium verliehen worden ist". Eine zeitliche Beschränkung ist nicht vorgesehen. Es scheint also nicht nur ein zur Zeit der jüngeren Anmeldung bestehender Patentschutz [14]), sondern auch ein bereits abgelaufenes oder sonst erloschenes Patent die Nichtigerklärung zu rechtfertigen, so daß der letztgenannte Umstand einer Vorveröffentlichung gleichkäme. Ob die Nichtigerklärung auf Grund einer Klage oder von Amts wegen stattfand, muß offen bleiben.

---

[7]) P. G. § 7. Satz 1. Die Dauer des Patents ist achtzehn Jahre; der Lauf dieser Zeit beginnt mit dem auf die Anmeldung der Erfindung folgenden Tage. — Vgl. brit. Pat. Nr. 1: during the terme of twenty and one yeares from the daie of the date hereof nexte and imediatlie follo winge, and fullie to bee compleate and ended.

[8]) P. G. § 35. Wer wissentlich oder aus grober Fahrlässigkeit den Bestimmungen der §§ 4 und 5 zuwider eine Erfindung in Benutzung nimmt, ist dem Verletzten zur Entschädigung verpflichtet.

§ 36. Wer wissentlich den Bestimmungen der §§ 4 und 5 zuwider eine Erfindung in Benutzung nimmt, wird mit Geldstrafe oder mit Gefängnis bis zu einem Jahre bestraft.

Auch bei uns kann als Nebenstrafe die Einziehung der zu der strafbaren Handlung benutzten oder durch sie hervorgebrachten Gegenstände im Urteile angeordnet werden.

Vgl. brit. Pat. Nr. 1: upon paine of our heavy indignacion and displeasure, and of suche paines, penalties, and imprisonments, as by the lawes or statutes of this realme can or maie bee inflicted upon the offendors for their contempt or disobedience in breakinge and contemninge our comandement and prerogative royall. Das brit. Patent geht aber darin weiter, daß es den Eingriff des neu begründeten Privilegs in ältere Privilegien verbietet: provided alwaies, and our will and pleasure is, that theis presents, or anie thinge therein conteyned, shall not extend to the preiudice of anie person or persons, bodies pollitique or corporate, for on concreninge anie matter or thinge which they or anie of them, by force of any other Lettres Patents, graunte or grauntes, by us or anie of our noble progenitors or predecessors, kinges or queenes of this realme, graunted, or by anie iuste or lawfull righte ought to haue or enioy.

[9]) P. G. § 36. Abs. 2. Die Strafverfolgung tritt nur auf Antrag ein.

[10]) Vgl. brit. Pat. Nr. 1: And lastlie, wee doe hereby for us, our heires and successors, will and commande all justices of peace, maiors, sherriffes, bailiffes, constables, and all other the officers, ministers and subiectes of us, our heires and successors, to whome it shall or maie appertaine that they and everie of them bee from tyme to tyme aidinge, helpinge, and assistinge to the saide *Aron Rathburne* and *Roger Burges* (die Patentinhaber, d. V.) . . . in the execucion of theis our Lettres Patents, according to the purporte, tenor, and true meaning of the same, as they tender our indignacion and displeasure, and will avoid the same at their uttermoste perills, also expresse mencion etc.

[11]) P. G. in der alten Fassung v. 7. 4. 1891, § 11. Das Patent kann nach Ablauf von drei Jahren, von dem Tage der über die Erteilung des Patents erfolgten Bekanntmachung gerechnet, zurückgenommen werden: 1. wenn der Patentinhaber es unterläßt, im Inlande die Erfindung in angemessenem Umfange zur Ausführung zu bringen, oder doch alles zu tun, was erforderlich ist, um diese Ausführung zu sichern.

[12]) P. G. § 10, Abs. 1, Ziffer 1. Das Patent wird für nichtig erklärt, wenn sich ergibt:

1. daß der Gegenstand nach § 1 und 2 nicht patentfähig war.

P. G. § 2. Eine Erfindung gilt nicht als neu, wenn sie zur Zeit der . . . Anmeldung in öffentlichen Druckschriften . . . bereits derart beschrieben . . . ist, daß danach die Benutzung durch andere Sachverständige möglich erscheint.

[13]) P. G. § 2. . . . oder im Inland bereits so offenkundig benutzt ist, daß danach die Benutzung durch andere Sachverständige möglich erscheint.

[14]) P. G. § 10, Abs. 1, Ziffer 2. (Das Patent wird für nichtig erklärt, wenn sich ergibt:) 2. daß die Erfindung Gegenstand des Patents eines früheren Anmelders ist.

Digitized by Google

Über das Erteilungsverfahren entnehmen wir aus dem Verlauf der Erteilung, daß das Patentgesuch an den Dogen von Venedig als die Patentbehörde ging. *Galilei* bittet „ehrerbietig", ihn „gnädig mit der Gunst zu bedenken" [15]).

Die schriftliche Anmeldung enthält den Antrag auf Erteilung des Patents und den Gegenstand, der durch das Patent geschützt werden soll [16]). Dagegen waren „Unterlagen" in unserem Sinne, d. h. eine Beschreibung und Zeichnung zur Erläuterung [17]) des zu patentierenden Gegenstandes, dem Erteilungsantrag nicht beigegeben. Dieser enthält vielmehr nur des Gegenstandes Bestimmung, Antrieb und die Andeutung einer baulichen Einzelheit. Es ist ein „Werk, um Wasser zu heben und Ländereien zu bewässern", es wird „sehr leicht mit wenig Unkosten und großem Vorteil" durch nur ein Pferd betrieben und ist so gebaut, daß „zwanzig Wasserausläufe vollständig ununterbrochen springen werden".

Der Erfindungsgegenstand war auch nicht durch ein Modell erläutert, denn die Provveditori betonen in ihrem Gutachten, daß sie „besagtes sein Werk nicht gesehen haben . . . in einem Modell". Doch gestattet gerade diese Betonung den Schluß, daß die Erläuterung der Erfindung durch ein Modell schon damals üblich war.

Der Doge wies den Antrag durch den Senat den Provveditoren der Gemeinde mit der Anweisung zu, sich genau über den Gegenstand des Gesuches („die darin enthaltene Angelegenheit") zu unterrichten und, „nachdem sie gesehen, erwogen und nach Pflicht beraten haben, unter Eid und mit eigenhändiger Unterschrift ihr Gutachten abzugeben". Wir haben also in den Provveditori eine Art Prüfungsabteilung mit Vorschlagsrecht („wir geben unser Urteil dahin ab"), nicht mit Erteilungsrecht, vor uns. Da sie ausdrücklich betonen, daß sie „sein Werk nicht gesehen haben weder in großer Ausführung noch in einem Modell", scheint ihr Gutachten sich im wesentlichen auf die Angaben des Patentsuchers gestützt zu haben („da [wenn] es sich so verhält, wie er in seinem Antrag auseinandersetzt"), die einer eidesstattlichen Versicherung gleich bewertet sein mochten. Daß „die Erfindung neu und von niemand anderm vorher erwähnt" war, konnten die Provveditoren gewiß nur nach bestem Wissen und Gewissen versichern. Dagegen war der Umstand, daß „niemand anderm vorher ein Privileg verliehen worden ist", wohl durch das Fehlen eines solchen Vermerkes in einer Art „Rolle" festzustellen. Stellten sich diese Annahmen nachträglich als falsch heraus, so konnte ja die Zurücknahme das Schutzrecht jederzeit ungültig machen.

Die Entscheidung lag beim Dogen („wir . . . stellen jedoch die Angelegenheit in allem und jedem Eurem hochverständigen und hochweisen Entschluß anheim").

Eine Bekanntmachung der Anmeldung zwecks ihrer Nachprüfung durch die Öffentlichkeit fand nicht statt. Vielmehr folgte dem Gutachten der Provveditoren die Erteilung des Patentes durch den Dogen. Die von ihm vollzogene Urkunde [18]) stellt zugleich eine Bekanntmachung der Patenterteilung dar. Das geht aus der Einleitung „Wir . . . verkünden allen" und aus dem Befehl „beauftragen wir Euch" am Schluß hervor.

Über die patentierte Wasserhebemaschine scheint nur bekannt zu sein, daß sie tatsächlich gebaut und mit Erfolg in dem Garten der *Contarini*, eines berühmten Venezianischen Adelsgeschlechtes, versucht, jedoch nur wenig benutzt wurde [19]).

---

[15]) Vgl. brit. Pat. Nr. 1: hath humblie besought us wee would bee graciouslie pleased to graunte unto him our Royall lycence and priviledge.

[16]) P. G. § 20, Abs. 1. Die Anmeldung einer Erfindung behufs Erteilung eines Patents geschieht schriftlich bei dem Patentamt . . . Die Anmeldung muß den Antrag auf Erteilung des Patents enthalten und in dem Antrag den Gegenstand, welcher durch das Patent geschützt werden soll, genau bezeichnen.

[17]) P. G. § 20, Abs. 1, Satz 4 und 6. In einer Anlage ist die Erfindung dergestalt zu beschreiben, daß danach die Benutzung derselben durch andere Sachverständige möglich erscheint . . . Auch sind die erforderlichen Zeichnungen, bildlichen Darstellungen, Modelle und Probestücke beizufügen.

[18]) P. G. § 27. Ist die Erteilung des Patents endgültig beschlossen, so erläßt das Patentamt darüber . . . eine Bekanntmachung und fertigt demnächst für den Patentinhaber eine Urkunde aus.

[19]) Journal Of The Patent Office Society. Washington 1926, S. 576.

Digitized by Google

AUS DER GESCHICHTE DER BRILLE

mit besonderer Berücksichtigung der auf der *Greeff*schen beruhenden Jenaischen Sammlung

Von Prof. Dr. phil. Moritz von Rohr, Jena

Handelt es sich um die Geschichte der Brille, sicherlich der ältesten optischen Vorkehrung, so darf man nicht vergessen, daß sie auf eine Zeit zurückgreift, von der wir auf technischem Gebiete so gut wie gar nichts wissen.

Diese Lücken lassen sich heute nicht mehr wirklich ausfüllen, da die eigentliche Kenntnis unwiederbringlich dahin ist, aber man kann gewisse Hilfen heranholen, und aus ihnen manche, nicht unwichtige Schlüsse ziehen.

Solcher Hilfen gibt es für die ältesten Zeiten namentlich in der Kenntnis der Bilder und der Schriften, wo die Brille dargestellt oder erwähnt wird. Sie werfen auf die Zeit ihrer Herstellung (nicht etwa auf die Zeitgegeschichte der bildlichen Darstellung) häufig ein helles Licht und liefern uns heute für jene entlegenen Jahrhunderte die einzigen Anhaltspunkte. Wir wollen die so ermittelten Kenntnisse unter dem Sammelbegriffe des Bilder- und Buchwissens[1]) zusammenfassen und heben hervor, daß die Künstler und die Schriftsteller in den älteren Zeiten keine Fachkenntnisse in der Brillenherstellung haben; sie schildern unbefangen nur, was ihnen auffiel. Manche Brillenforscher scheinen ältere Gemälde, auf denen Künstler die ihnen im Leben des Tages begegnende Brille unbefangen bis in die biblische Geschichte zurückverlegt haben, vornehmlich als Gelegenheiten aufzufassen, ihr helles Licht richtigerer Geschichtskenntnis leuchten zu lassen. *Rouyer*[2]) (112/3) gibt davon ein ziemlich frühes Beispiel. In den letzten Jahren haben andre, darunter namentlich auch *J. M. Simon* mit seiner schönen Entdeckung wichtiger Einzelheiten an der alten Metallfassung, Muster für eine bessere Benutzung dieser alten Kunstwerke gewiesen, nämlich als wertvoller Zeugnisse für die Umwelt des Künstlers. Es ist zu hoffen, daß eine derartige Verwertung auch solcher Bilder, die Schnitzer in der Geschichtsauffassung der Darstellung zeigen, uns noch manche wertvolle Auskunft liefern wird.

Dem Bilder- und Buchwissen stellt sich verhältnismäßig bald das fachmännische Wissen gegenüber, sei es daß sich Gelehrte wie etwa *Th. Garzoni*, *H. Sirturus*, *Daza de Valdes* von Fachleuten unterrichten lassen und ihre Anweisungen mehr oder minder gut verstanden weitergeben, sei es, daß eigentliche Fachmänner zum Wort kommen, wie früh schon in den Brillenmacherordnungen und namentlich der ausführlichen Regensburger Ordnung und ihrer Beilage um 1550. Von hier aus geht eine stetige, für uns freilich durch berichtlose Zeiten vielfach unterbrochene Entwicklung bis zu den Preislisten der neuzeitigen Brillenwerke und zu den Schutzschriften der verschiedenen Staaten hinab.

Zwischen beiden stehen als wesentliche Zeugen für das Alte die verschiedenen Sammlungen mit ihren Sammelstücken, nur daß es leider dabei häufig ungewiß bleibt, welcher Zeit die einzelnen Stücke zuzuschreiben sind: die Bilder- und Buchkenntnisse müssen häufig dafür herangezogen werden und geben daher verständlicherweise meist keine größere Sicherheit, als sie an sich besitzen. Nur selten vermag man auf diese Weise einer neuen Vermutung oder neuartigen Verbindung von Tatsachen eine festere Grundlage zu verleihen. Ferner mag sich gelegentlich durch die der Überlieferung angehörige Verbindung eines Sammlungsstückes mit einer geschichtlichen Persönlichkeit, einem alten, gut beglaubigten Brauch oder überhaupt einem kürzeren oder längeren Zeitraum eine Zeitbestimmung gewinnen lassen. Eine solche kann dann sehr wohl ein ungehofftes Licht auf entlegene, sonst dunkle Zusammenhänge werfen.

Eine Sammlung wie die Jenaische, deren Hauptzweck die Erweiterung und Verbreitung von Erkenntnis — hier auf dem Gebiet der Brillengeschichte — ist, wird verständlicherweise von allen Möglichkeiten zu lernen suchen und sowohl die unbefangenen Berichte der Maler und Schriftsteller als Bilder- und Buchkenntnisse verwerten, wie die Sammlungsstücke, als auch schließlich die Fachkenntnisse im eigentlichen Sinne des Wortes.

Gerade bei diesem Hauptzweck wird sie sich sehr wohl an einem hindeutenden Nachweis oder einer körperlichen Nachbildung oder einer Aufnahme nach Stücken andrer Sammlungen genügen lassen können, weil ihr der Erwerb der Stücke selbst nur eines der Mittel neben andern ist, die Erkenntnis der Entwicklung zu fördern. Freilich wird man anderseits hierfür die Ansprüche an die Beherrschung der Quellen viel höher spannen müssen, als das bei den älteren Sammlungen seltener oder einziger Stücke nötig war.

Was die Hinweise auf frühere Arbeiten angeht, die in einer Darstellung wie der folgenden schwerlich ganz unterdrückt werden können, soll der Inhalt nicht sozusagen in der Luft schweben, so habe ich mich hierfür auf ganz kurze, dem Wortlaut angefügte Ortangaben beschränkt. Im wesentlichen habe ich drei meinem hauptsächlichen Leserkreise leicht zugängliche Zeitschriften, die Central-Zeitung für Optik und Mechanik = CZ, die Deutsche Optische Wochenschrift = DOW und die Zeitschrift für ophthalmologische Optik =ZfoO herangezogen; auch meinen zu Ehren *Th. Youngs* gehaltenen Vortrag habe ich gelegentlich als TYO und TYON für seinen Nachtrag angeführt. An diesen Stellen werden sich in der Regel ausreichende Quellenangaben finden, die gründlicheren Lesern weitere Forschungen erleichtern.

In neuerer Zeit hat man sich über Mitteilungen in der Fachpresse wundern müssen, die *Neros* Smaragd behandelten. Die Sachlage ist, soweit sie dem Verfasser bekannt ist, schon in CZ. Bd. 41 (1920), S. 383/4 besprochen worden. Es ist ein ganz vergebliches Unterfangen, aus so dürftigen Akten und bei dem geringen Verständnis der damaligen römischen Schriftsteller für naturwissenschaftliche Gegenstände heute noch den Tatbestand ermitteln zu wollen. Es muß genügen, festzustellen, daß eine Verbesserung des Brechungsfehlers, wenn sie damals

---

[1]) Auch die Wortforschung kann gelegentlich der Brillenkunde Dienste leisten. Ausdrücke wie junges und altes Glas, Blocklinse, Stecherbrille, perspective glass, Fernglas mag man als Beispiele für die älteren Zeiten anführen. Diese Zusammenstellung ließe sich sogar für die neuere Zeit noch etwas erweitern.

[2]) *Rouyer, Joseph:* Coup d'oeil rétrospectif sur la lunetterie. Ein ganz wichtiges Quellenwerk zur Brillengeschichte. Hier, wie auch sonst, sind in runden Klammern die entsprechenden Seitenzahlen angegeben.

Digitized by Google

überhaupt erreicht worden sein sollte, für die Folgezeit durchaus wirkungslos geblieben ist.

Man wird wohl annehmen dürfen, daß die ersten Anregungen zur Herstellung von Vergrößerungsgläsern aus dem Griechentum stammen, und zwar war es der vielseitige Gelehrte *Claudius Ptolemäus* (* 100, † 178), der für solche Vorkehrungen in erster Linie in Betracht kommt. In seinem großen Werke, dem Handbuche der Optik, behandelt er gegen den Schluß die vergrößernde Wirkung von Grenzflächen zwischen Wasser und Luft, und es ist sehr wohl möglich, daß er die Absicht hatte, auch die damals wohl bekannte vergrößernde Wirkung einer vollen Wasserkugel vorzuführen; indessen sind die entsprechenden Teile seiner Darstellung schon im 12. Jahrhundert nicht mehr zugänglich gewesen, und es handelt sich hier allein um eine Vermutung.

Unter allen Umständen hat dieser Mann, dessen Werk von den Arabern ungemein hoch geschätzt wurde, auf die Ansprüche gewirkt, die man an die Bearbeitung optischer Flächen zu stellen hat. Für Versuche in anderen, früheren Teilen seines Werks verlangte er hohle und erhabene Zylinderflächen, und es ist möglich, daß man bei dem Wunsch, solche herzustellen, an verschiedenen Stellen Westeuropas zu der Arbeit an hohlen und erhabenen Kugelflächen kam. Von seiner Wirkung in dem arabischen Kulturkreise wissen wir keine Einzelheiten, die hier erwähnt werden müßten; dagegen scheinen, wie gesagt, im Abendlande und etwa nach dem 12. Jahrhundert solche Bestrebungen mit Erfolg betrieben worden zu sein.

Wir können hiermit den ersten Abschnitt der Brillengeschichte beginnen lassen, müssen aber hervorheben, daß wir dabei zu der Entwicklung unserer bescheidenen Kenntnis in sehr hohem Maße auf Schlüsse aus dem Bilder- und Buchwissen angewiesen sind, da sich verständlicherweise nur wenig Schriftsteller jener Zeit unmittelbar mit dem Auge abgegeben haben.

Leseglas und Brille bis zur Erfindung der Buchdruckerkunst (um 1250 bis um 1450)

Da die Übersetzung des *Ptolemäi*schen Handbuchs und eine sehr weitschichtige Bearbeitung durch den arabischen Gelehrten *Alhazen* (* 965, † 1039, sein arabischer Name war *Ibn al Haitham)* in den Klöstern des Westens, damals den hauptsächlichen Bildungsstätten dieses Gebiets, ungemein verbreitet war, so scheint man eine kleine Andeutung, die *Alhazen* über die Möglichkeit macht, durch überhalbkuglige Linsen kleine Gegenstände zu vergrößern, an verschiedenen Stellen zum Anlaß der Arbeit in dieser Richtung genommen zu haben. Während man noch vor kurzer Zeit geneigt war, in dieser Hinsicht dem englischen Klostergeistlichen *Roger Bacon* (* 1214, † 1294) ein besonderes Verdienst an der Entwicklung solcher Hilfen zuzuschreiben, muß man sich heute dazu etwas vorsichtiger äußern. Gewiß hat *Roger Bacon* versucht, eine Theorie der Vergrößerung durch Kugelabschnitte zu geben, die auf die Schrift aufgesetzt werden mußten, und man soll es ihm auch hoch genug anrechnen, daß er ausdrücklich erwähnt, diese Vergrößerung lasse alten Leuten das Lesen leichter werden. Es sei ferner noch bemerkt, daß er an der zwar vor ihm gestellten, aber wohl selten eingehaltenen Vorschrift überhalbkugliger Linsen nicht mehr festhält; aber weiter kann man schwerlich gehen, und man wird ihm heute nicht mehr eine Ersterfindung zuschreiben wollen.

Vielmehr hat zuerst *J. Hirschberg* darauf hingewiesen, daß in der bekannten *Manessi*schen Liederhandschrift ein älterer Minnesänger von einer Augenhilfe älterer Leute beim Lesen spricht, die er als lichten Spiegel bezeichnet. Später hat namentlich *R. Greeff*[3]) auf diesem Gebiete weitergearbeitet und hat mit Hilfe des Germanisten *A. Hübner* sowohl den Verfasser jenes Liedes und die Zeit zu etwa 1260 genauer bestimmt als auch noch andere Dichtwerke von Minnesängern aufgedeckt, aus denen man mit Sicherheit den Schluß ziehen muß, daß um die Mitte des 13. Jahrhunderts solche Lesegläser — vermutlich immer auf die Schrift gesetzt — recht weit verbreitet waren. Die ungelehrten Verfasser hätten sie sonst nicht unmittelbar oder sinnbildlich verwenden können, ohne damit über das Verständnis ihrer hauptsächlichen Hörer aus dem Laienstande hinauszugehen.

Die hauptsächlichsten Belegstellen liefern einstweilen noch die deutschen Minnesänger, und daher ist es möglich, daß man einen Herstellort dieser weit verbreiteten und wohl bekannten Vorkehrung in keiner großen Entfernung von dem heutigen Südwestdeutschland zu suchen hat.

Zu größerer Anschaulichkeit finden sich hier zwei Kugelabschnitte neuzeitiger Herstellung auf eine feingeschriebene Unterlage aufgesetzt. Die eine hat mit *Alhazen* eine größere, die andere mit *Roger Bacon* eine kleinere Höhe als der Halbmesser der Kugelfläche.

Wann man darauf kam, ein solches Leseglas auch nahe an das Auge zu bringen, ist sehr schwierig zu entscheiden. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß die Annahme des italienischen Brillenforschers *Albertotti*[4]) zu Recht besteht, wonach diese neue Erfindung zunächst in Venedig und um das Ende des 13. Jahrhunderts gemacht worden sei.

Durch einen sehr erfreulichen Fund ist der gleiche italienische Brillenforscher in die Lage gekommen, über den Preis von Augenhilfen vom Jahre 1316 aus Rechnungslegungen des Kirchenstaats bestimmte Angaben zu machen. Nach dem angegebenen, hier allein zugänglichen Bericht faßt er den Vermerk „Item in oculis de vitro cum capsula" als eine „Brille aus Glas mit Etui" auf, und gegen diese Deutung wird man sich kaum aussprechen wollen. Es sollte aber deutlich hervorgehoben werden, daß es sich hier um die erste (Niet?-) Brille handelt, die in einem Schriftstücke vorkommt. Man wird sie sich im Äußern wohl ähnlich wie auf dem ersten Brillenbilde von 1352 bei dem Bischof von Provins vorzustellen haben. Leider gibt das Gemälde keine Auskunft über das zugehörige Brillenfutter.

Der an der gleichen Stelle angegebene Preis von VI solidi bononienses erlaubt glücklicherweise eine ziemlich zuverlässige Bestimmung, die in der CZ, Bd. 46 (1925), S. 184/6, auf den Unterlagen von dem maßgebenden Münzfachmanne *Fr. v. Schrötter* aufgebaut, eingehend mitgeteilt ist. Hier genüge die Angabe, daß man den Preis auf etwa 1,35 S.-M. (die Silber-Mark zu 5 g fein angesetzt) umrechnen kann. In venezianischer Münze mögen es 3¼ Groschen (Matapan) gewesen sein. Nimmt man also, und das ist wahrscheinlich, eine Herkunft aus Venedig an, so hat das dortige Gewerbe für jene Zeit eine bemerkenswert billige Augenhilfe geschaffen, auch wenn man den damals vermutlich recht hohen Kaufwert der 1,35 S.-M. = 6,75 g Feinsilber berücksichtigt.

Die erste Erwähnung der Brille in einem medizinischen Werke findet sich schon im Jahre 1303 bei *Bernhard von Gordon*, einem Arzte zu Monpellier. Geht man auf die einzelnen Handschriften dieses seinerzeit viel gelesenen Werkes „Lilium medicinae" ein — man findet darüber in der CZ, Bd. 41 (1920), S. 394, Näheres —, so stellt sich heraus, daß eine solche Einrichtung ursprünglich als oculus berillinus bekannt war, was darauf schließen läßt, daß es sich um ein aus einem Schmuckstein hergestelltes Einzelinstrument handelte. Im Laufe der Zeit haben die Abschreiber an diesem Ausdruck, der ihnen ungewohnt geworden war, selbständig geändert, so daß bei der schließlichen Drucklegung der bekanntere Ausdruck ocularia an der alten Stelle stand. Wir können noch darauf hinweisen, daß 1363 *Guy de Chauliac*

[3]) ZfoO, Bd. 11 (1923), S. 66/7 und 98/101.

[4]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 160.

Digitized by Google

von einem Handwerker ocularius vitri aut beryllorum spricht und *Petrarca* im Jahre darauf für Augengläser den Ausdruck ocularia verwendet. Wir werden also schon hiernach annehmen müssen, daß die ursprünglich einfache Vorkehrung verhältnismäßig bald durch ein Paar von Linsen ersetzt wurde, die das Augenpaar unterstützten.

In ausgezeichneter Weise paßt dazu die bis jetzt älteste Darstellung von Brillen, die sich in den Wandgemälden zu Treviso findet. Dort hat der Maler *Thomas von Modena* verschiedene nordfranzösische Kirchenfürsten[5]) in Büchern lesend dargestellt. Einige davon benutzten Augenhilfen, und zwar einer ein Einzelglas und einer eine zierliche Nietbrille (dieses Gemälde ist auch sonst mehrfach wiedergegeben). Die Gemälde stammen aus dem Jahre 1352. Die Nietbrille paßt also, wie gesagt, mit der letzten Anführung aus dem Schrifttum der lateinischen Gelehrtensprache sehr gut zusammen.

Namentlich die alten Nietbrillen sind gelegentlich nachgebildet worden, und auch unsere Sammlung bewahrt zwei solcher von *R. Greeff* veranlaßter Nachbildungen auf, die eine in Eisen, die andre in Horn ausgeführt. Wie

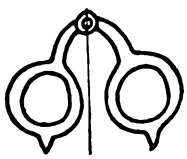


Abb. 1. Nietbrille mit dreieckigen Vorsprüngen an der Fassung. Wasserzeichen (1423) (Abb. 1—4 nach *J. M. Simon*)

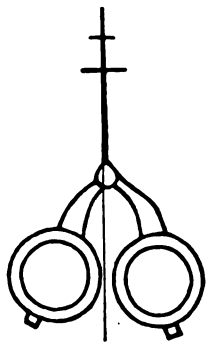


Abb. 2. Nietbrille mit Kreuzbalken und viereckigen Vorsprüngen an der Fassung. Wasserzeichen (1435)

sehr bald gezeigt werden soll, hat man damals über die Einbringung der Gläser in die Fassungen noch nicht die richtigsten Anschauungen gehabt. Sie sind in dieser verbesserungsbedürftigen Form z. B. auch von *M. v. Rohr* in die geschichtliche Darstellung[6]) aufgenommen worden.

Man kann hier wohl die Bemerkung machen, in jenen weit zurückliegenden Zeiten seien die Brillen vielleicht hauptsächlich in zwei verschiedenen Gebieten hergestellt worden. Davon mag das eine in den südlichen Niederlanden[7]) (etwa in Brabant) gelegen haben, und dort wurde die Augenhilfe nach dem Schmuckstein Beryll als bril bezeichnet, während die eigentlich südliche Gegend — man wird zunächst an Venedig denken — den Sehhilfen die Benennung oculare, occhiale gab. Während die zuletzt genannte Bezeichnung in das ältere Italienisch überging (auch nach 1608 zur Bildung von cann-occhiale für das Fernrohr führte), wird das vermutete Ursprungsgebiet des Nordens seinen Fachausdruck nach Deutschland und Frankreich, also nach Südosten und Süden verbreitet haben. Belege aus der Mitte des 14. Jahrhunderts, also etwa derselben Zeit, da das Wandgemälde zu Treviso gemalt wurde, gibt *R. Greeff* nach *A. W. Hübner*[8]) für die Einzahlsform der bril; sie werden also auf das alte einzelne Vorhalteglas zu deuten sein. Der vermuteten Einwirkung nach Süden mag die Liste *Delabordes* (bei *Rouyer* 102/4) dienen, wo bei den Aufführungen zwischen 1363 und 1524 zunächst die Bezeichnung béricle — sie stammt nach *Rouyer* von béril — überwiegt, während ihr erst allmählich der Ausdruck lunettes (etwa: ein Paar Möndchen) an die Seite tritt.

Diese alten französischen Prachtbrillen, gelegentlich für das Königshaus aber auch für Privatpersonen hohen Standes, enthalten manchmal eine Preisangabe. Hier ist auf eine Brille der französischen Königin Johanna hinzuweisen, da der Nachlaß vom Jahre 1372 dafür eine Summe angibt, die nach der Umrechnung auf etwa 216 G.-M. führt[9]). Es braucht kaum besonders darauf hingewiesen zu werden, daß hier der Preis hauptsächlich durch die prachtvolle Ausstattung gegeben ist, daß also dafür mehr der Goldschmied verantwortlich war als der Linsenschleifer. In späteren Teilen dieser Darstellung wird sich noch weitere Gelegenheit finden, auf solche Prunkbrillen hinzuweisen.

Wir werden im weiteren noch öfter davon sprechen müssen, daß diese beiden Hauptsitze der Brillenanfertigung ihre große Bedeutung anscheinend ziemlich lange behalten. An dieser Stelle sei übrigens im Vorübergehen darauf hingewiesen, daß Zerstreuungslinsen von *Nicolaus von Cusa*, nach *R. Greeff*[10]) um 1430 bis 40, angeführt wurden. Freilich gibt er nichts über den Zweck der Linsen an; er beschränkt sich darauf, von ihrer Verkleinerung zu reden.

Wenden wir uns jetzt zu der Fassung der frühzeitigen Brillen, so hat man früher, wie schon oben bemerkt, auf die Einbringung der Gläser in die Fassungen nicht besonders geachtet. Hier sind in neuester Zeit durch *J. M. Simon* merkliche Fortschritte in der Erkenntnis gemacht worden, und zwar hat er Unterschiede in der Art der Gläserfassung aufgedeckt, die nördlich und südlich von den Alpen bestanden haben werden.

Wenden wir uns zunächst den Stücken aus dem südlichen Herstellgebiete, also den italienisch-spanischen Brillen, zu, so lieferten ihm Wasserzeichen in Papierbogen und alte Brandeisen für Pferde Angaben, die in eine weit zurückliegende Zeit zurückgehen; bringt er doch Brillendarstellungen aus dem 14. und dem 15. Jahrhundert bei, so daß seine ältesten Belege für Nietbrillen, Abb. 1, zeitlich gar nicht so sehr weit — etwa siebzig Jahre — von der berühmten Brille des Wandgemäldes zu Treviso entfernt sind. Nebenbei bemerkt, hat nur *A. v. Pflugk* einmal[11]) die Wasserzeichen in Brillenform für die Brillengeschichte herangezogen, doch treten sie hier in einer eingehenden und vollständigen Zusammenfassung auf. Sieht man von der eigenartigen federnden (?) Drahtbrille[12]) (6 — H_1) ab, so handelt es sich um Nietbrillen ganz wie bei dem nordfranzösischen Kardinal um 1352, und diese Form kam auch im südlichen Europa noch im Anfang des 16. Jahrhunderts vor. Nicht selten findet sich ein längerer mit einem Kreuzbalken oder zweien solcher versehener Stab, Abb. 2, den *J. M. Simon* für ein kirchliches Wahrzeichen hält. Vielleicht ist es nicht zu kühn, hier einen Stirnfortsatz (diese Bezeichnung nach *R. Greeff*) zu erblicken, da diese Tragart — die Befestigung unter der Mütze — den in *Krünitzens* Encycl., 2. Aufl., 6, S. 708/9 angeführten italienischen Forschern als besonders alt gegolten hat. Damit würde es gut übereinstimmen, daß der mit Querbalken versehene Stab auch auf den Brandeisen für Pferde bei *J. M. Simon* (22—23 — *H*) nicht eben selten vorkommt; für einen Stab ohne Querbalken (Abb. 6, 23 — *H*) nimmt *Simon* (28 — *H*) eine solche Verwendungsweise als Stirnfortsatzbrille selber an.

Von diesen Nietbrillen weichen andere Papierzeichen auf 16 — H ab, Abb. 3 u. 4, die deutlich eine Federwirkung an einer drahtartigen Verbindung der beiden Glasfassungen erkennen lassen und den Jahren 1478—91 zugeschrieben

[5]) ZfoO, Bd. 2 (1914/15), S. 77/9.
[6]) CZ, Bd. 41 (1920), S. 394, Abb. 2.
[7]) Hierzu paßt es wohl, daß die beiden in Treviso 1352 mit Augengläsern dargestellten Kirchenfürsten aus dem nördlichen Frankreich stammen; für den einen wird Rouen, für den andern Provins angegeben. Warum sie aber beide in Treviso gemalt wurden, vermag ich nicht zu sagen.
[8]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 1; 33.
[9]) CZ, Bd. 46 (1925), S. 184/6.
[10]) ZfoO, Bd. 5 (1917), S. 42/4. [11]) DOW, Bd. 5 (1920), S. 416/7.
[12]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 159, Abb. 1. — Die Bezeichnungen: (6—H_1) usw. sind eigenartige Seitenbezifferungen des katalonischen Verfassers.

Digitized by Google

werden. Offenbar wollte man hier durch diese Federung einen besseren Sitz der Brille erzielen. Wie derselbe Brillenforscher (4 — *F*) gezeigt hat, ist eine solche Fassung auch auf einem Gemälde (die Namengebung für Johannes den Täufer durch Zacharias darstellend) von dem Ende des 15. oder dem Anfang des 16. Jahrhunderts überliefert. Er hat, hierauf gestützt, eine Nachbildung anfertigen lassen, die die Federwirkung eines Metallbandes erkennen läßt, Abb. 5.

Demgegenüber erscheint die Bügelbrille, die man jedenfalls nach der oben angeführten *Pflug*schen Bemerkung bis auf das Jahr 1431 zurückverfolgen kann, als eine vielleicht etwas ältere Erfindung, die aber, mindestens für den Norden, die Form mit dem federnden Metallband ganz verdrängt hat, oder sie dort gar nicht hat sich weiterbilden lassen.

Wendet man sich nun zu der Einbringung der Gläser in die Fassungsränder, so haben die *Simon*schen Forschungen erkennen lassen, Abb. 5, daß auf den Brillen-Wasserzeichen nicht selten am unteren Brillenrande dem Ansatz des Fassungsschenkels genau gegenüber ein vier- oder dreieckiger Vorsprung festzustellen sei. Er faßt jeden dieser Vorsprünge in dem nachgebildeten Stück als einen Ansatz für die untere Niete auf, wie sie mit der oberen Niete im Fassungsschenkel selbst zusammen die aus zwei kreisringförmigen Rändern bestehende Glasfassung verfestigt und das Glas so sichert. Hiervon weiche die im Norden übliche Fassungsart deutlich ab, die zwar auch dem Fassungsschenkel gegenüber solch einen Vorsprung zeige, der aber ganz anders geartet sei: in ihm sei die Fassung gespalten und erlaube, wie wir hinzusetzen können, die Einführung der Gläser durch das Federungsvermögen auch solcher Fassungswerkstoffe wie Knochen und Horn.

Man kann vielleicht darauf hinweisen, daß sich derartige Vorsprünge auch auf dem oft genannten Wandgemälde von 1352 finden, doch hat es keinen großen Zweck, darüber nachzugrübeln, ob es sich hier um die südliche oder nördliche Art handelt, die Gläser einzubringen; denn da der ausführende Künstler allem Anschein nach die Nietbrille einfach als gegeben hinnahm, ohne ihr Aussehen bis in die kleinsten Einzelheiten genau wiederzugeben, so kann man seinem Bilde auch nicht mehr entnehmen, als ihm selber aufgefallen war. Nur daran wird festzuhalten sein, daß selbst dieses frühe Gestell sehr zierlich war und gar nicht nach Grobschmiedsarbeit aussah, an die man bei so vielen späteren, von unbeholfener Hand abgebildeten Nietbrillen denken möchte.

Leider geben die Quellen auch über den Beruf der Brillenmeister keine Auskunft, aus der man Einzelheiten entnehmen könnte. Wenn *Guy de Chauliac* 1363 von dem ocularius vitri aut beryllorum sprach, und wenn die Brillenmacher zu Venedig noch 1585 als ein bloßes Anhängsel der Kristallarbeiter galten, so möchte man mindestens für Venedig daraus folgern, daß schon damals der Hauptwert an der Brille in den Gläsern und nicht in der Fassung gefunden wurde, wofür sich im nächsten Abschnitt noch manche andere Stelle als Stütze beibringen lassen wird.

Es steht mit dieser Auffassung in gutem Einklang, wenn man bei den alten Brillenfassungen in erster Linie an Knochen und Horn denkt, d. h. an Stoffe, die ja zum Teil auch bei der *Delabordes*chen Liste vorkommen, und deren im nächsten Abschnitt zu behandelndes Auftreten an den verschiedensten Stellen in späterer Zeit ebenso für eine sehr frühe Verwendung herangezogen werden kann wie das ungemein zähe Festhalten namentlich der venezianischen Meister an ihnen. Vielleicht muß man für die älteste (venezianische?) Brille von 1316 ebenso an eine Beinfassung denken, wie das bei dem soeben besprochenen frühesten Brillenbilde um 1352 möglich ist. — Das auf 1460 zurückverlegte Altarbild in Rothenburg o. T. von *Herlein* zeigt eine Nietbrille ebenfalls in weißem Bein, und wenn der Maler, wie behauptet wird, seine Kunst tatsächlich in den Niederlanden erlernt hat, so ist die Annahme berechtigt, daß dieser Stoff auch dort für die Fassung der Nietbrillen üblich war.

Wenn in französischen Brillenschriften von Sammlungsstücken aus dem 15. Jahrhundert die Rede ist — von der unwahrscheinlich frühen Lederbrille um 1300 bei *J. Rouyer* (161) ganz zu schweigen —, so haben sich entweder in Frankreich durch ein besonders günstiges Geschick so ungemein alte Brillen erhalten, oder man hat sich bei der Bestimmung auf einen allzufrühen Zeitraum festgelegt. Hier muß die Entscheidung dahingestellt bleiben, da in absehbarer Zeit deutschen Fachleuten eine Prüfung jener Sammlungsstücke nicht möglich ist.

Abb. 3 u. 4. Klemmbrillen mit und ohne Vorsprünge an der Fassung.
Wasserzeichen (1481) Wasserzeichen (1491)

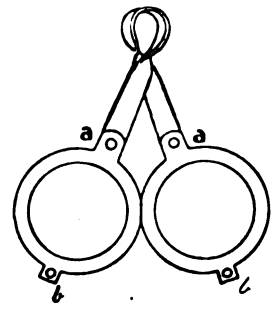


Abb. 5. *Simon*sche Nachbildung einer südlichen Klemmbrille aus dem Ende des 15. Jahrhunderts

Die Brillenmeister ohne anderweitigen Wettbewerb von der Erfindung der Buchdruckerkunst bis zur *Kepler*schen Erklärung der Brillenwirkung (etwa von 1450 bis zu 1604)

Es ist das Verdienst *O. Hallauers* (s. „Die Naturw.", Bd. 7 (1919), S. 209), darauf hingewiesen zu haben, welch einen ungemein großen Einschnitt in das Brillenwesen die Erfindung der Buchdruckerkunst gemacht hat. Und in der Tat wird man sich wohl vorstellen müssen, daß in der Zeit vorher zwar ältere Geistliche oder Standespersonen von diesem uns unentbehrlichen Hilfsmittel Gebrauch machten, daß aber die große Menge des Volks von dieser Erfindung weiter keinen Nutzen zog. Es verhielt sich offenbar insofern ähnlich wie in dem ersten nachchristlichen Jahrhundert, als damals die angenehme Wirkung einer wassergefüllten Glaskugel für alte Leute, die kleine Handschriften lesen wollten, zwar bekannt war, sich aber zum Gebrauch im täglichen Leben nicht verbreitete.

Das sehr viel bessere Hilfsmittel der Brille, wie es in den vorhergegangenen zwei Jahrhunderten entwickelt worden war, erhielt erst dann eine Bedeutung für weite Kreise, als die rasch um sich greifende Verbreitung von Druckwerken älteren Leuten die Verwendung der Brille einfach aufzwang. Man versteht vollständig, daß die alten Herstellungsgebiete den Anforderungen in dieser gewaltigen Steigerung nicht ohne weiteres entsprechen konnten, und es bildeten sich um diese Zeit in Deutschland ganz bestimmt, aber auch in Frankreich, merklich später in Spanien und wahrscheinlich in England, neue Herstellungsstätten für Brillen; Venedig allein scheint einigermaßen unangefochten im Besitz seiner alten Vorrangstellung in einem weiten Käufergebiet geblieben zu sein.

Digitized by Google

Versuchen wir zu einem Urteil zu kommen, wie diese Ausbreitung des Brillengewerbes vor sich ging, von der leider kein Bericht erhalten ist, so erscheint es durchaus wahrscheinlich, daß auch diese neuen Stätten als Ausstrahlungen aus dem alten Brabanter Gebiet aufzufassen sind. Wir erfahren nämlich, daß in Deutschland die ersten Brillenmacher in Frankfurt a. M. 1450, in Straßburg 1466, in Nürnberg 1478 auftraten, daß nach *J. Rouyer* (122) Frankreich ebenfalls um die Mitte des 15. Jahrhunderts ein Brillengewerbe bekommt, und schließlich hören wir aus einem nicht ohne weiteres unglaubwürdigen Berichte aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, daß gegen Ende des 16. auch nach Spanien die Kunst des Brillenschleifens durch brabantische Klostergeistliche eingeführt worden sei. Erinnert man sich, daß in der Tat in den südlichen, damals spanischen, Niederlanden seit alter Zeit ein sehr reger Brillenbetrieb geherrscht hat — man berücksichtige die schon einmal benutzten *Greeff*schen Anführungen aus der Mitte des 14. Jahrhunderts [13]) —, so wird man diesen Schlüssen ein gewisses, nicht geringes Gewicht kaum versagen können.

Für Deutschland wurde ja bereits auf S. 32 angegeben, daß das alte niederländische Wort b r i l schon im 14. Jahrhundert in dem Gewerbe üblich und in die Sprache aufgenommen wurde. Die Mehrzahl „die Brillen" wurde in Deutschland ebenso wie in allen andern Kultursprachen für das doppelte Glas gebraucht, gab aber hier den Anlaß, durch Abwerfung des Mehrzahl-n einen neuen Begriff „die Brille" zu bilden, dem man seine Bedeutung als Benennung für ein Paar nicht unmittelbar ansah, obgleich man sie wohl noch empfand; sicherlich war es noch sehr lange Zeit, vom Ende des 17. bis in das 19. Jahrhundert hinein, üblich, eine nicht selten verwandte Einzellinse als F e r n g l a s auch sprachlich von der für beide Augen verwandten Brille abzutrennen.

Es ist verständlich, daß in jener Zeit ungemein schwerfälligen Warenverkehrs die Herstellung von Brillen als Massenware an das Vorhandensein brauchbaren Rohstoffs in der Nähe gebunden war. Dem günstigen Umstande, daß die sehr leistungsfähige Glashütte zu Murano auf venezianischem Gebiete lag, verdankte Venedig wohl in erster Linie sein unerschütterliches Übergewicht über andere, an Kunstfertigkeit ebenfalls reiche norditalienische Städte, die sich in gleicher Weise gern mit der Herstellung dieser wichtigen Waren beschäftigt hätten. In Deutschland waren die vorher zunächst genannten Orte, Frankfurt und Straßburg, in dieser Hinsicht weniger begünstigt, während Nürnberg seine bequeme Lage an den nahen Glashütten des Böhmer Waldes ausnutzen konnte und mit großer Tatkraft ausgenutzt hat.

Wenden wir uns nun zu den nicht allzu eingehenden Kenntnissen, die wir von der Entwicklung des Brillenmacherhandwerks in den süddeutschen Reichsstädten haben, so hat uns ein glückliches Geschick mindestens für Nürnberg und für Regensburg Brillenmacherordnungen mit einer Gültigkeit über längere Zeiträume erhalten, so daß wir in unserem Vaterlande über die alten Verhältnisse weitaus genauer unterrichtet sind, als das bis jetzt von irgendwelchen ausländischen Stätten der Brillenherstellung gilt. Immerhin aber bleibt, wie wir hervorheben müssen, auch für die deutsche Brillenkunde noch viel zu wünschen übrig.

Die älteste Brillenmacherordnung, die sich in einer Abschrift im Regensburger Stadtarchiv erhalten hat und von *A. v. Pflugk* [14]) mit größter Sorgfalt und Genauigkeit veröffentlicht und besprochen worden ist, stammt, nach der Handschrift zu urteilen, aus dem Anfang des 16. Jahrhunderts (etwa von 1510 bis 20), mag aber, wenn man die recht altertümliche Ausdrucksweise berücksichtigt, mehrere Jahrzehnte älter sein. Es handelt sich dabei merkwürdigerweise um eine für verschiedene Städte abgefaßte Ordnung, und die *Pflugk*sche Annahme, hier liege eine aus der Zeit der Entstehung der deutschen Brillenerzeugung stammende Ordnung vor, hat viel für sich. Auf die Einzelheiten dieser ganz wichtigen Urkunde wird noch genauer einzugehen sein.

Die Nürnberger Brillenmacher-Ordnungen sind, wie schon angedeutet, über einen besonders langen Zeitraum hin erhalten, doch würde man sie besser als eine ungefähr nach zeitlichen Gesichtspunkten geordnete Sammlung von Ratserlassen beschreiben müssen. Ihren Wortlaut hat *Curt Müller* [15]) nach dem Zustande der Quellen — hier ist aber auch *A. v. Pflugk* [16]) einzusehen — ausführlich veröffentlicht, und *M. v. Rohr* [17]) hat versucht, durch eine sachliche Anordnung der einzelnen Erlasse ihre Wichtigkeit für die einzelnen Seiten des ganzen Gewerbes hervorzuheben und ihre Verwendung überhaupt zu erleichtern.

Ein ganz andres Wesen (man sehe beispielsweise die Übertragung durch *R. Greeff* und *K. Radicke* [18]) ein) zeigt die Regensburger Brillenmacherordnung, die etwa aus der Mitte des 16. Jahrhunderts stammen mag. Hier ist mit großer Sorgfalt gleich von vornherein eine sachliche Ordnung nach acht verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt worden. Außerdem findet sich eine Beilage, die man wohl als eine nachträgliche Erläuterung der Meisterordnung auffassen muß, und die, mit Zeichnungen geschmückt, uns einen ganz unersetzlichen Einblick in die Herstellung der süddeutschen Brillenfassungen gewährt, solange das Gewerbe der Brillenmachermeister dort noch in einiger Blüte stand. Es mag schon hier vorgreifend bemerkt sein, daß man zur Herstellung der Fassungen damals vor allem gutes Horn und Leder verwandt hat; Metall, d. h. Eisen, scheint für das deutsche Sprachgebiet erst eben am Ende dieses Zeitraums aufzutreten.

Bei dieser Gelegenheit kann man auf einen Unterschied hinweisen, der in der Verfassung des Brillenmacherhandwerks zwischen diesen beiden Reichsstädten bestand. Während es den Meistern in Regensburg gelungen war, ihren Beruf zu einem g e s c h w o r e n e n Handwerk zu machen, blieb es in Nürnberg bei dem g e s p e r r t e n Handwerk. Der Hauptunterschied zwischen diesen beiden Formen liegt wohl in der Vorbildung der Gesellen: die Meister des gesperrten Handwerks nehmen [19]) auswärtige Gesellen nicht an, und ihre Gesellen durften nicht wandern, während das geschworene Handwerk das Wandern wohl voraussetzte. Man wird es verstehen, daß für strebsame Nürnberger Gesellen der Anreiz groß war, heimlich nach Regensburg überzusiedeln, und das ist nach den Nürnberger Akten tatsächlich auch häufig genug geschehen. Nach der Regensburger Ordnung und ihrer Beilage zu schließen, ist die Ausbildung daselbst umfassender gewesen als in Nürnberg, und der dortige, im folgenden noch öfter zu erwähnende Beschluß von 1588, den halben Adler als Ortszeichen auf den Brillen für eine Zeit zu unterdrücken, um die Nürnberger Ware nicht unmittelbar der Regensburger gegenüber als minderwertig erscheinen zu lassen, spricht auch für die höhere Leistung der geschworenen Meister. Als im 17. und 18. Jahrhundert die Nürnberger Brillenbetriebe nur noch ganz billige Massenwaren lieferten, mag die Bewahrung des Fabrikgeheimnisses an den namentlich der Bereitung der Fassungen dienenden Maschinen der kleinlich-engherzigen Auffassung eine gewisse nachträgliche Rechtfertigung erteilt haben.

Ausländische Ordnungen aus alter Zeit sind namentlich von *R. Greeff* gesammelt und ins Deutsche übertragen worden; hierbei sind zunächst die venezianischen Ordnungen [20]) zu nennen, die sich aber leider im wesentlichen auf das große Gewerbe der Glasarbeiter (c r i s t e l l a r i i) beziehen und nur gelegentlich in dürftigen Anmerkungen [21])

[13]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 33.
[14]) ZfoO, Bd. 11 (1923), S. 33/40.
[15]) DOW, Bd. 7 (1921), S. 874/7, 895/7, 915/7.
[16]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 126/7.
[17]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 185/7, 206/8, 225/7.
[18]) DOW, Bd. 8 (1922), S. 22/6, 46/7.
[19]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 186, Anm.
[20]) DOW, Bd. 8 (1922), S. 600/2, 620/3, 639/42, 802.
[21]) CZ, Bd. 44 (1923), S. 15.

Digitized by Google

auf die Verhältnisse des damit verglichen kleinen und unbedeutenden Brillengewerbes eingehen. Immerhin ersehen wir so viel daraus, daß, unserer ganzen vorhergehenden Darstellung entsprechend, in Venedig Brillengläser schon mehrere Jahrhunderte vor dem Bestehen der oberdeutschen Betriebe hergestellt wurden. Leider aber fehlt eine auch nur von weitem vergleichbare Kenntnis des inneren Lebens der Werkstätten, sei es, daß die alten Akten zerstört, sei es, daß sie noch nicht veröffentlicht worden sind. Die französische Ordnung stammt aus späterer Zeit, 1581, — man sehe *R. Greeffs* Übertragung [22]) nach dem bei *J. Rouyer* (122/30) mitgeteilten Wortlaut — und gibt leider ebenfalls nur wenig Einblick in den inneren Betrieb. Man mag indessen schon hier hervorheben, daß als Rohstoff für die Fassungen in gleichzeitigen Schriften außer Horn und Leder auch noch Knochen (für Italien) und Zinn (für Frankreich) erwähnt werden. Auf die Brillenfassungen werden wir noch genauer einzugehen haben.

Wenden wir uns nun zu der Herstellung der Brillen und beginnen mit den Gläsern, so haben wir schon vorher darauf hingewiesen, daß der Glasersatz, soweit die Güte des Werkstoffs und die Nähe der Hütte in Betracht kommt, für die Lebensfähigkeit der Brillenwerke von entscheidender Bedeutung war. Hier steht an erster Stelle die Glashütte zu Murano, die nicht nur in deutschen, englischen, italienischen, spanischen Quellen des ausgehenden 16. Jahrhunderts als besonders leistungsfähig gerühmt oder zum wenigsten doch erwähnt wird, sondern die in der guten Zeit der süddeutschen Brillenherstellung auch den dortigen Brillenmachern den Rohstoff, mindestens für bestimmte Linsenarten wie z. B. die Stargläser, lieferte. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß diese Glashütte ihren geringen Anteil an dem regelmäßigen Saumtierhandel über die Alpen nahm, und daß man als Rückladung gern auch gewisse Mengen bayerisch-böhmischen Glases heimbringen ließ. Denn man darf nicht annehmen, daß etwa diese letzterwähnten Hütten nur ganz verächtlichen Rohstoff geliefert hätten; im Gegenteil finden wir schon in einer ziemlich alten italienischen Quelle erwähnt, daß gerade für Zerstreuungslinsen das deutsche, an sich recht gute Glas mit Vorliebe benutzt würde, und daß es sich vor dem muranischen Kristall durch eine höhere Brechung auszeichne.

Nach bestimmten Mitteilungen *J. B. Portas* [23]) ist anzunehmen, daß das bayerisch-böhmische Glas geblasen wurde und nur in geringer Dicke geliefert werden konnte. Damit würde die auch aus andern Stellen noch zu erschließende Überlegenheit des Muraner, für Spiegelscheiben gegossenen Glases durch die Rücksicht auf die Dicke erklärt sein.

Genaueres über die Brechzahl der verschiedenen Glasarten, abgesehen von *D. Baxandalls* dankenswerter Angabe, das Muraner Glas habe um die Mitte des 18. Jahrhunderts eine Brechzahl von 1,53 gehabt, wissen wir augenblicklich noch nicht, doch ist zu hoffen, daß bei einer späteren wissenschaftlichen Durcharbeitung der zugänglichen Brillensammlungen dieses Dunkel ein wenig gelüftet werden mag.

Einstweilen fehlt es bei den Sammlungsstücken an einer Unterscheidung der aus heimischen und der aus Muraner Glas angefertigten Brillengläser noch durchaus. *A. v. Pflugk* [24]) hat allein wohl an einer Reihe alter Brillengläser den Versuch mit einer Bestimmung der Brechzahl gemacht. Und wenn er selber auch die Genauigkeit dabei nicht sehr hoch anschlägt, so hat er doch unbestritten das Verdienst, diese bestimmte Aufgabe für die Brillenforschung gestellt zu haben. Wie oben erwähnt, muß man nach den Angaben *T. Garzonis* [25]) für Brillenlinsen aus deutschem Glase eine höhere Brechzahl annehmen als für den Kristall aus Murano. Berücksichtigt man *H. Sirturus* vom Jahre 1618 [26]), so erfährt man, daß das Muraner Glas von niedrigerer Brechung gewesen sei als Quarz mit 1,54, und man kann vielleicht des Zeitunterschiedes ungeachtet die freilich nicht sehr sichere Angabe *Dutirous* — das ist die einzige mir bekannte genauere Zahlenangabe für venezianisches Glas; sie stimmt mit der hundert Jahre älteren überein — hinzuziehen [27]), wonach im Jahre 1850 an Glas von dieser Herkunft die Brechzahl 1,53 bestimmt worden sei. Für die Brechzahl des bayerisch-böhmischen Glases erhalten wir also nur die Ungleichung $n > 1{,}53$. Man sieht, daß das oben erwähnte *Pflugk*sche Ergebnis mit 1,56 bis 1,57 weit über den Werten liegt, die man hier erwarten möchte, und muß um so mehr auf Bestimmungen nach anderen Meßverfahren gespannt sein.

Man kann verstehen, daß hauptsächlich Sammelgläser hergestellt wurden, die eben alterssichtig gewordenen Gelehrten oder Geschäftsmännern zum Lesen und wohl bald auch Frauen bei der Handarbeit unentbehrlich waren; doch hat man sicherlich schon lange Zerstreuungslinsen geschliffen, wie das aus unserer obigen Anführung des *Nicolaus von Cusa* bekannt ist. Man unterschied diese Gläser anscheinend schon sehr früh als alte und junge, da man eigentümlicherweise der Ansicht war, die Kurzsichtigkeit käme besonders in der Jugend vor. Übrigens hat sich dieser Brauch der Bezeichnung bemerkenswert lange gehalten, und in England findet man Spuren davon Noch in den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts. Beachtet man die Regensburger Brillenmacherordnung und ihre bildergeschmückte Beilage, so findet man [28]) zwölf verschiedene Abstufungen, von denen man sechs den jungen und sechs den alten zurechnen möchte. Sie sind uns vorläufig unverständlich; denn wir vermögen noch nicht mit einiger Sicherheit irgendeine bestimmte, in dptr (1 Dioptrie = Brechkraft einer Linse von 1 m Brennweite) ausgedrückte Brechkraft mit einer dieser Angaben zu verbinden.

Gewählt war offenbar dieses Verfahren aus dem Grunde, um dem wandernden Brillenhändler, und er war der Mittelsmann zwischen dem Erzeuger und dem Benutzer, den Absatz seiner Waren zu erleichtern. Wir müssen daran denken, daß dieser Händler, der auf Stichen und Bildern natürlich erst spät (etwa vom Anfang des 16. Jahrhunderts ab; *J. Rouyer* [161] gibt sogar eine Darstellung aus dem 15. Jahrhundert an, und zwar bezieht sie sich auf jenes niederländische Gebiet der Brillenherstellung) dargestellt wird, aber sicherlich sein Gewerbe früher ausgeübt hat, in der Regel auch noch andere Kleinwaren führte und durch keinerlei Kenntnis der Brillenkunde beschwert war. Wir wissen indessen aus der Mitteilung des Abtes *Maurolycus*, eines der seltenen Fachleute auf dem Gebiete der Optik aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, daß diese Altersbezifferung der Brillengläser um den Anfang dieses Zeitraums üblich gewesen sein muß, was ja auf das beste zu den eigenartigen in Worte gefaßten zwölf Angaben der Regensburger Handwerksregeln stimmt, die ebenfalls um diese Zeit niedergelegt worden sein mögen.

Nach allem, was uns bis jetzt bekannt ist, müssen wir annehmen, daß die Kenntnis der Brillenwirkung und wahrscheinlich auch die Sorgfalt in der Herstellung der Gläser für die venezianischen Häuser besonders hoch anzusetzen ist. Das wird in einer erfreulichen Weise durch eines der ersten Bücher bestätigt, worin wenigstens ein Ansatz zu einer wissenschaftlichen Bearbeitung der Brille gemacht worden ist. Es stammt von dem Klostergeistlichen *Tomaso Garzoni* und ist im Jahre 1585 in Venedig erschienen [29]). Wenn auch unser Gewährsmann, der eine gewaltig große Anzahl von Gewerben beschrieben hat,

[22]) DOW, Bd. 8 (1922), S. 250/3.
[23]) ZfoO, Bd. 5 (1917), S. 1/2.
[24]) Ber. 43. Vers.D.Ophth.Ges. (1922), S. 113.
[25]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 1/2.
[26]) DOW, Bd. 2 (1917), S. 1.
[27]) DOW, Bd. 2 (1917), S. 208.
[28]) ZfoO, Bd. 8 (1920), S. 98.
[29]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 42/3, sowie Bd. 13 (1925), S. 97/9.

Digitized by Google

nicht in allen ihren Einzelheiten gleichmäßig gut zu Hause gewesen sein mag, so wird man doch für wahrscheinlich halten müssen, daß er sich in unserem Falle von den Brillenerzeugern über einzelnes hat unterrichten lassen, und da fällt es uns ungemein auf, daß *Garzoni* von der Abstufung nach den Alterszahlen nichts mehr wissen will, sondern zu einer solchen nach Brechwerten oder Punkten, also nach der Linsenwirkung, übergeht. Leider sind alte Brillengläser mit einer solchen Bezifferung — er gibt die Punktzahlen von 1 bis 15 an, und das entspricht etwa

Abb. 6. Nietbrille mit ovalen Gläsern, von einem Tiroler Meister um 1510 dargestellt. Nach *R. Greeff*

0,6 bis 9,0 dptr — bis jetzt nicht bekannt geworden, und es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß diese Bezifferung nur Geltung für das innere Leben des Betriebes hatte, während man den Wanderhändler mit Brillen versah, deren Gläsern die seit alters üblichen Alterszahlen eingeritzt worden waren. Hierfür kann *Maurolycus* mit seiner 1552 niedergeschriebenen Erinnerung an seine vielleicht dreißig Jahre hinter ihm liegende Jugend als Zeuge gelten; in Deutschland findet sich, wie später gezeigt werden soll, gelegentlich eine andere Übung.

Wie man die Stärkenzahl im einzelnen bestimmte, läßt sich mit völliger Sicherheit für diese Zeit und die venezianischen sowie die deutschen Werke nicht sagen. Wir wissen nur, daß von dem Arbeiter eine gewisse, messende Bestimmung der Wirkung verlangt wurde, und man möchte nach der Bewertung von Brillenlinsen im allgemeinen und besonders im Vergleich mit der Brillenfassung der Meinung sein, daß dieses Verfahren in Venedig entwickelt wurde. Beachtet man ferner die nahe Beziehung, in der seit den Tagen *Karls V.* Spanien zu Italien stand, so wird man um so mehr geneigt sein, die im folgenden versuchte Deutung als möglich anzusehen.

Im Jahre 1623 erschien in Spanien, wie wir aus dem Untenstehenden wissen, dem Lande besonders hoher Bewertung der Brille, ein Brillenlehrbuch in der Landessprache, verfaßt von einem Geistlichen *Daza de Valdes*, und darin findet sich eine genaue Beschreibung eines solchen Verfahrens, soweit es der Verfasser in sich aufgenommen hat. Da er nun[30]) an verschiedenen Stellen eine richtige Regel mißverstanden hat, so wird man annehmen können, daß er sich für diese Beschreibung überhaupt an fachkundige Berater hielt, ohne ihre Ratschläge immer vollständig richtig aufzufassen. Hier wird die Meinung vertreten, daß diese Fachleute in dem damaligen Spanien ihre Kenntnis aus Norditalien bezogen haben mögen. Wir müssen aber hervorheben, daß sie unter allen Umständen an Stelle der kleinen venezianischen Einheit, wie oben bemerkt, von etwa 0,6 dptr, eine größere, der vollen Dioptrie nahe kommende Maßeinheit verwandt haben, also jedenfalls eine beachtenswerte Kenntnis der damaligen Lehre von der Brille und keine geringe Selbständigkeit besaßen.

[30]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 1, 33.

Es handelt sich bei der Messung um die Verwertung der Verkleinerung des Bildes durch zerstreuende und seiner Vergrößerung durch sammelnde Brillengläser zu einem bequemen und erträglich genauen Verfahren, die Wirkungszahl der gerade untersuchten Linse festzustellen. Genaueres findet sich darüber in ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 1, 33. Es mag sein, daß ein entsprechendes Vorgehen auch bei den süddeutschen Brillenmeistern üblich war, denn auf eine gewisse Art, die Wirkung zu bestimmen, wird man, wie oben gesagt, nach der großen Anzahl der Altersbezeichnungen wohl schließen müssen, auch wenn uns ihre Bedeutung im einzelnen noch verborgen ist.

Einige Mitteilungen über frühere Randformen der Brillengläser lassen sich aus den Fachschriften angeben. Am weitesten verbreitet wird schon nach dem ältesten Bilderwissen die kreisrunde Randform gewesen sein. In neuerer Zeit hat *R. Greeff*[31]) auf das Gemälde eines Südtiroler Meisters um 1510 hingewiesen, wo ein Bischof zum Lesen eine zierliche Nietbrille, Abb. 6, mit langrunden Gläsern benutzt. Merklich früher, im April 1913, wurde ähnliches in *A. v. Pflugks* Vortrage behauptet. Hier bildet der bekannte Brillenforscher *Bartisch*ens „Pindtspiegel" von 1583, Abb. 7, mit langrund begrenzten Gläsern ab. Seine Mitteilung, daß Kurfürst *August* 1583 aus England viereckige Brillengläser bezogen habe, wird weiter unten anders gedeutet werden. Sie bildet übrigens eine der wenigen Angaben über das englische Brillengewerbe, die überhaupt aus diesem zweiten Abschnitt der Brillengeschichte auf uns gekommen sind.

Was nun die eigentliche, für beide Augen bestimmte Brille angeht, so muß man an dieser Stelle auf ihre Herstellung ein wenig eingehen, da hier zum ersten Male in der Geschichte der Brille fachmännische Angaben zu ihrer Herstellung vorliegen. Es handelt sich dabei zu-

Abb. 7. Ovale Gläser in einer Schutzbrille vom Jahre 1583 nach *Bartisch* von Königsbrück

nächst um die bereits erwähnte älteste Brillenmacherordnung, deren aus den Jahren um 1510 bis 20 stammende Handschrift *A. v. Pflugk*[32]) allgemein zugänglich gemacht und mit ihrem sehr großen Wert in das rechte Licht ge-

[31]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 66/7.
[32]) ZfoO, Bd. 11 (1923), S. 33/40.

Digitized by Google

rückt hat. Durch seine Freundlichkeit ist die Sammlung auch in den Besitz einer photographischen Wiedergabe in der Größe der Vorlage gekommen.

Der um die Brillenkunde so ungemein verdiente Forscher hält — und man wird ihm damit vollkommen Recht geben müssen — diese Ordnung für eine vor den Beginn des 16. Jahrhunderts zurückgehende Vorschrift, in der Zeit entworfen, wo das Brillenmacherhandwerk seine Ausbreitung in Deutschland erst begann; noch war keine deutsche Stadt mit einer solchen Anzahl von Brillenmachern versehen, daß man sie als mustergültig hätte anführen mögen, sondern es wird darin ganz allgemein von „einer Stadt" gesprochen.

Die Herstellung der Brillen ist aber in der kurzen Ordnung recht bestimmt geregelt: für die Meisterstücke werden zwei Paar doppelter Brillen vorgeschrieben, eines mit schwachen Sammelgläsern — Ferngesicht in schwarz gefärbter Fassung — und eines mit doppelt so starken Sammelgläsern für die Naharbeit — Doppelgesicht[33]) in rotgefärbter Fassung — vorgeschrieben. Die Arbeit für die in Knochen — Bein — ausgeführte Brillenfassung mußte durchgraben, in unserm heutigen Ausdruck durchbrochen (etwa nach dem Aussehen heutiger Laubsägearbeit) ausgeführt sein.

Diese alte Ordnung ist insofern als mustergültig sowohl für Nürnberg als auch für Regensburg anzusehen, weil in beiden Städten die noch lange gültigen Meisterregeln für die Anfertigung eines solchen Paares rot und schwarz gebeizter Meisterbrillen vorschreiben. Nürnberg beschränkte sich einfach darauf; Regensburg, das in gewisser Weise längere Zeit hindurch auf diesem Gebiete führend erscheint, forderte — und das hat sicher gut auf die Schulung der Regensburger Meister gewirkt — noch andere Beweisstücke einer vollkommenen Ausbildung. Auch in späteren Zeiten aber bleibt das alte Paar durchgrabener und verschiedenfarbig gebeizter Hornbrillen, wie mißverstanden und unzeitgemäß auch immer, hoch in Ehren.

Geht man auf die Rohstoffe für die Brillenfassung ein, so läßt uns die alte Ordnung schon einen eigentümlichen Übergangszustand erkennen. Während im Anfang von Knochen für die Fassung die Rede ist, spricht ihr drittletzter Abschnitt von Horn und bedroht die Verwendung von Klauen, also minderwertigen Werkstoffes als der aus den aufgeschnittenen und in erwärmtem Zustande ausgebreiteten Rinderhörnern gewonnenen Hornplatten, mit schwerer Geldstrafe[34]). Hält man dagegen, daß die ältesten eigentlich Nürnberger Ratserlasse um 1500, wie auch *A. v. Pflugk* deutlich hervorhebt, bei der Schau nur Horn als Werkstoff kennen, so kann man darauf schließen, daß man sich schon im ausgehenden 15. Jahrhundert, soweit Deutschland in Betracht kommt, von dem älteren aus dem — niederländischen? — Auslande überkommenen Brauch, die Gläser in Knochen zu fassen, frei gemacht habe und zu Horn als vornehmlichstem Rohstoff übergegangen sei. In Italien aber hat sich nach *Garzoni* noch 1585, also mehrere Menschenalter danach, wie ebenfalls *A. v. Pflugk* hervorhebt, die Verwendung von Knochen für die Brillenfassung erhalten.

Leder zur Fassung von Gläsern kommt 1500 auf der Schau nicht vor, erscheint aber 1568 in den Versen von *Hans Sachs* als selbstverständlich in gleicher Linie mit dem Horn, während *J. Amman* bei seiner Darstellung des Brillenmachers Leder anscheinend sogar bevorzugt. 1583 erscheint die Lederbrille in dem entsprechenden Nürnberger Ratserlaß als zunftmäßig (die Aufnahmezeit dieser neuartigen Herstellungsart ist nicht besonders vermerkt) und zu $^6/_5$ des Preises der einfachen Hornbrille. Es mag sein, daß der angenehmere, auch von *Daza de Valdes* 1623 als bequemer geschilderte Sitz der leicht etwas ungefügen Lederbrillen sie vielen Kunden empfahl, aber nach den zugänglichen Quellen kann man für die süddeutschen Reichsstädte die Lederbrille nicht vor den Anfang des 16. Jahrhunderts setzen.

Denn auch in der Regensburger Ordnung tritt zunächst nur Horn für die Fassung auf; erst in dem bildergeschmückten Zusatzteil findet sich gegen das Ende[35]) eine Lederfassung. In der Pariser Ordnung von 1581, wo nach *J. Rouyer* (123 unter I) von Brillen alter und neuer Art[36]) die Rede ist, werden an Stoffen für die Brillenfassung (*Rouyer*, 126 unter XI) Leder und Horn besonders angeführt. Von England ist uns leider keine frühe Ordnung erhalten, doch mag, nach einem alten Optikerzeichen zu schließen (TYO [13]), die ungefüge Form der Lederbrille der Londoner Zunftordnung von 1629 ebenso bekannt gewesen sein, wie sie sicher 6 Jahre zuvor *Daza de Valdes* geläufig war.

Eine viel später[37]) veröffentlichte Beschreibung der Vorbereitung von Leder zu Brillenfassungen kann bei ihrer großen Einfachheit aber sehr wohl einer ziemlich alten Zeit angehören. „Diese Häute werden 4 bis 5 Monate in den Kalkäschern behandelt; alsdann spannt sie der Brillenmacher mit Nägeln stark auseinander, so, daß sie keine Falten geben; er läßt sie in diesem ausgespannten Zustande trocknen. Wenn sie trocken sind, gleichen sie dickem Pergamente, ungefähr 1½ Linien (3¼ mm) stark; alsdann zerschneidet man sie mit runden und scharfen Eisen zum Gebrauche." Es ist möglich, daß auf dem *Amman*schen Bildchen[38]), Abb. 8, von 1568 solch ein rundes Eisen, eine Stanze, zur Rechten des Meisters liegt.

Mit diesem Buchwissen können wir die Kenntnis der Stücke fremder Sammlungen und der unsrigen ganz erträglich vereinigen. Hornbrillen alter Art scheinen sich abgesehen von einigen Nasenbrillen mit geschlitztem Bügel (Streifen- oder Lamellen-Brillen) nicht erhalten zu haben, und diese Stücke, die nach dem Muster des Regensburger Zusatzteils, also nach 1550, angefertigt sein werden, sind als Einzelausführungen heute schwerlich einem bestimmten Jahre oder Jahrzehnt zuzuschreiben. Wesentlich besser haben sich dagegen die Lederfassungen gehalten.

---

[33]) „Doppelgesicht" nicht als Stärkenbezeichnung für das einzelne Brillenglas — beide Seiten kuglig geschliffen — aufzufassen sondern als doppelte Brille und ihr die „Parille in die weitten" als einzelnes Vorhalteglas entgegenzusetzen, halte ich für unrichtig. Einmal wurde meiner Meinung nach damals Brille oder Parille stets als ein Gerät für beide Augen verstanden; sollte nur ein Einzelauge unterstützt werden, so hat man in Deutschland zunächst wohl Ainlitz davor gesetzt und sich später mit Fernglas geholfen. Selbst bei der heutigen Sprachverwilderung würde auch ein in der Wahl des Ausdrucks wenig gehemmter Gewerbsmann zögern, ein Vorhalteglas für ein Einzelauge unter dem Namen einer Brille anzuzeigen.

Anderseits aber wird in dem bildergeschmückten Zusatzteil der Regensburger Ordnung, wo man also hinsichtlich des Vorliegens einer beidäugigen Brille beruhigt ist, das Wort Gesicht gebraucht, wo wir heute etwa Stärke sagen würden, also Doppeltgesicht (mehrfach vorkommend) = doppelter Stärke; Mindergesicht = geringerer Stärke; allenfalls auch Ferngesicht = Stärke für ferne Gegenstände.

[34]) Solche Versuche, die Zunftordnungen — doch wohl zur Preisunterbietung — zu umgehen, finden sich auch anderswo: in der viel späteren Pariser Ordnung von 1581 wird nach *J. Rouyer* (126 unter XI) besonders vor Fassungen aus Papier gewarnt. Wenn die Brillenmacherei dort nicht derart verwilderte wie in Nürnberg, so mag das auch daran gelegen haben, daß in Paris die einzelnen Zunftmitglieder mehr gleichmäßige Handwerksmeister mit allem Eifer für gleichmäßige Arbeitsbedingungen blieben, während sich in Nürnberg, durch den gewaltigen Absatz, befördert, eine Entwicklung zu Manufakturen vollzog, die für die einzelnen Inhaber eine größere Verschiedenheit an Bedeutung und Mitteln mit sich brachte.

[35]) ZfoO, Bd. 8 (1920), S. 82 unter r.

[36]) Stehen etwa mit dieser zeitlichen Unterscheidung die beiden Brillenarten in Verbindung, die sich auf dem alten französischen Rechenpfennig vielleicht aus der gleichen Zeit bei *J. Rouyer* (110) finden? Oder muß man eher *J. Rouyer* (162) heranziehen, wo von einer auf das 16. Jahrhundert angesetzten Neuerung — premier essay — in Gelenkbrillen die Rede ist? Um auch nur den Versuch einer Entscheidung zu wagen, müßte man wissen, wie sicher diese letzte Zeitbestimmung ist.

[37]) *Krünitz*, 2. Aufl., 6. S. 707/8, 1784.

[38]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 8.

Digitized by Google

Für eine von ihnen wird ein besonders hohes Alter beansprucht[39]), sie sei in die Zeit vor 1500 zu verlegen, weil sie sich in dem Rücken eines Bandes von Erstlingsdrucken (Inkunabeln) befand, die aus dem Ausgange des 15. Jahrhunderts stammten. Wenn man diesen Schluß als gültig ansieht, so muß man mindestens für Nürnberg und Regensburg das Stück als Stauden-(Pfuscher-)arbeit erklären, da die Zunftordnungen damals Leder als zulässigen Rohstoff nicht kannten. Ebenso unsicher zu bestimmen ist die Zeit der Brillen aus dem *Pirkheimer*schen Stübchen; sie können vielleicht *Pirkheimern* angehört haben, aber selbstverständlich ebensowohl aus den späteren Jahren, etwa der Zeit des *Sachs*ischen Büchleins oder des Bilderzusatzes zur Regensburger Bilderordnung, stammen, dessen Musterzeichnung sie auch besonders ähnlich sehen. Ein besser beglaubigtes Stück ist dagegen in *A. v. Pflugks* Besitz. Diese Lederbrille fand sich in dem prächtigen Meißner Dom bei der Erneuerung des seit 1547 liegenden Holzfußbodens. Die Annahme ihres Besitzers[40]) ist gut begründet, daß sie damals von einem der Handwerker verloren worden sei, als 1547 nach dem großen Dombrande der Fußboden gänzlich neu gelegt wurde. Das Stück trägt einen deutlichen Stempel, Abb. 9, (einen sechseckigen Stern), läßt sich also nicht als eine Nürnberger Ware nachweisen, ist aber — es liegt, nach dem Stempel zu schließen, sicher keine Staudenarbeit vor — zierlich geformt und ausgezeichnet gut erhalten.

Eine weitere Eigentümlichkeit dieses Stückes, worauf wir hier ausdrücklich hinweisen müssen, besteht in der Aufprägung der Zahl 40 auf der Rückseite der Brille gerade dem Meisterzeichen gegenüber. Dabei wird es sich wohl um die Alterszahl gehandelt haben. Wenn diese Art der Bezifferung in Deutschland je die Regel war, so hat sie sich nicht gehalten, sondern ist ebenfalls durch das Einritzen der Alterszahl auf das Einzelglas

Abb. 8. Nürnberger Brillenmacher aus dem Jahre 1568 nach *J. Amman*

(seit wann?) ersetzt worden. Man möchte das auch, sobald man überhaupt erst zur Einzelanpassung überging, für das bessere halten, da die Stärke doch eine Eigenschaft des Brillenglases und nicht der Brillenfassung ist und ferner auch die Ungleichsichtigkeit ziemlich früh bekannt geworden ist.

Brillenstempel solcher Art verdienen hier eine besondere Behandlung, weil sich einige bestimmte Angaben dazu machen lassen. Die älteste Nachricht amtlicher Anerkennung des Meisterzeichens findet sich bei *R. Greeff*[41]), nach dem diese Stempel (zunächst der Spiegelmacher) in Venedig schon um 1505 im Amt aufbewahrt sein sollen. Nimmt man nun stillschweigend an, auch die venezianischen Brillenmacher hätten unter dem Stempelzwang gestanden, so kommt man noch nicht um alle Schwierigkeiten herum. Wenn es sich dort damals ebenso wie zu *Garzonis* Zeiten in erster Linie um Knochenfassungen gehandelt hat, so sieht man nicht ohne weiteres ein, wie da das Zeichen durch Stempelung hätte angebracht werden können. Vermochte man in die erwärmte Knochenfassung etwa eine Prägung einzubringen? Nach der Regensburger Ordnung (etwa um 1550) wird die Führung eines amtlich zugewiesenen Zeichens in Worten verlangt, als wenn es sich damals um etwas ganz und gar Bekanntes gehandelt habe; mithin mag auch dort der Brauch schon in die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts zurückgegangen sein. Sicher beglaubigt ist dort nach *A. v. Pflugks* Angabe ein amtlicher Vermerk von 1566, wonach man auf eine regelmäßige Verwendung des Meisterzeichens daselbst schließen muß. Das Zeichen wurde auf dem Horn angebracht, das ja viel weniger starr ist als Knochen; aber auch hier kann ich mir die Anwendung eines Prägestempels schwer vorstellen. So hat schon *A. v. Pflugk*[42]) bedauert, hörnernen Brillen mit einem Meisterzeichen in den ihm zugänglichen Sammlungen nicht begegnet zu sein. Für Nürnberg ist der Tag der Verordnung für das Anbringen als der 10. Juni 1561 bekannt, doch ist es wohl denkbar, daß einzelne Meister schon früher ihr Zeichen eingeschlagen haben, mindestens kann man dafür die oben erwähnte, in Meißen gefundene Lederbrille (vor 1547 getragen) anführen. Solcher gestempelter Lederbrillen hat *A. v. Pflugk* verschiedene nachgewiesen unter einer überwiegenden Anzahl ungestempelter, so daß man zu der Annahme gezwungen ist, auch in der Zeit der Lederbrillen — sie treten, wie oben gezeigt, in Süddeutschland sicher später auf als die frühen Hornbrillen — habe es große Mengen ungestempelter Stücke gegeben, die möglicherweise Staudenarbeit waren[43]).

Abb. 9. Brillenstempel auf einer Lederbrille vor 1547

Abb. 10 u. 11. Zwei Wartburg- (*Pirckheimer*sche) Brillen mit den von *A. v. Pflugk* entdeckten Meisterzeichen

Später, im 17. Jahrhundert, bekommen die Meisterzeichen in Nürnberg eine große Bedeutung, und wir müssen schon hier auf die ganz ungemein lehrreiche Arbeit *A. v. Pflugks*[44]) verweisen, die namentlich in den

[39]) ZfoO, Bd. 1 (1913/4), S. 46/8.

[40]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 345/6.

[41]) DOW, Bd. 9 (1923), S. 100/1.

[42]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 347.

[43]) Schon aus diesem Versuch, die Entwicklung der Brillenfassung geschichtlich zu verfolgen, wird klar geworden sein, daß ich eine Darstellung wie die bei *J. Rouyer* (161) als gar zu kurz angelegt ansehe. Ich glaube nicht, daß man Brillen aus Blei, Leder, Fischbein, Metall oder Knochen so zusammenwerfen darf, was an der angegebenen Stelle gleichsam wie bei einer Brillensammlung geschieht, deren Stücke ohne ausreichende Geschichtskenntnis aufgestellt wurden.

[44]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 341/60.

Digitized by Google

späteren Abschnitten dieser Arbeit anzuführen sein wird. Aus der gegenwärtig behandelten Zeit — vor 1604 — könnten zwei von *A. v. Pflugk* aufgefundene Zeichen stammen, Abb. 10 u. 11, die Glocke, Abb. 12, und — an zwei verschiedenen Stücken — zwei gekreuzte Armbrustbolzen, Abb. 13, die beide auch später bei Nürnberger Brillenmachern als eingetragene Marken nachgewiesen worden sind. Einen zwingenderen Beweis kann man bei der Lückenhaftigkeit der Akten leider nicht führen.

Fügt man an dieser Stelle noch hinzu, was man überhaupt von der Brille in dem Deutschland dieser Zeit weiß, so sollte zunächst auf die sowohl durch die Nürnberger Ratserlasse um 1577 und durch das Frankfurter Marktschiffergespräch von 1596 belegte Einfuhr venezianischer Brillen nach Oberdeutschland hingewiesen werden. Ob diese Stücke durch höhere Vollendung der Brillengläser ausgezeichnet waren, vermag man heute nicht mehr zu sagen. Nur scheint man eben in Venedig — nach *Garzoni* und *J. B. Porta* zu urteilen — mehr auf die Gläser, in Regensburg — nach der bildergeschmückten Beilage zur dortigen Brillenmacherordnung — mehr auf die Fassung Gewicht gelegt zu haben. Von der vermutlich venezianischen Meßleiter war ja schon oben die Rede. Dagegen scheint, nach der dürftigen Beschreibung der Brillenfassung bei *Garzoni*[45]) zu schließen, die Fassung — in Knochen — verglichen mit der Regensburger Entwicklung auf einer recht alten Stufe stehengeblieben zu sein. Bei der Einbringung der Gläser in ihren Fassungsrand hat man sich damals vornehmlich der Hitze bedient; in späterer Zeit gab es verschiedene in das chemische Gebiet fallende Verfahren, womit nach einer Quelle von 1686 Knochen und Horn geschmeidigt wurden, doch hatten zu jener späten Zeit diese Stoffe für die Brillenfassung mindestens billiger Stücke keine überwiegende Bedeutung mehr.

Wir mögen, auf die Erkenntnis der Brechfehler der Augen eingehend, feststellen, daß also schon in sehr frühen Zeiten, vielleicht im dritten Viertel des 15. Jahrhunderts, der ältere Brillenbedürftige vielfach in geringem Maße übersichtig war und ein schwaches Sammelglas verlangte, um deutlich in die Ferne zu sehen. Davon, daß man, der Mode folgend, für die Ferne ein Einzelglas verlangte, ist hier noch nicht die Rede. Diese von dem ausgehenden 16. Jahrhundert ab in verschiedenen Ländern bemerkbare Sitte, die, wie bald zu zeigen sein wird, in folgenreichster Weise die Entwicklung der Augengläser beeinflußt hat, mag sich erst im Laufe des 16. Jahrhunderts gebildet haben, hat aber auch dann wohl mehr für die bevorzugteren Kreise der Gesellschaft Gültigkeit gehabt, worauf im nächsten Abschnitt noch einzugehen sein wird.

Im Hinblick auf die Gläseranlage scheint man schon damals, mindestens in Oberitalien und für schwache und mittlere Nummern, regelmäßig Gläser mit einer Planfläche verwandt und die für die Bildgüte richtige Stellung nicht nur gekannt sondern auch bewußt durchgeführt zu haben. Also wurde bei Zerstreuungslinsen die Planfläche vom Auge ab-, bei Sammelgläsern dem Auge zugekehrt, wie wir das bei *M. A. de Dominis*[46]) in einem noch in diesen Abschnitt gehörenden, aber allerdings erst 1614 veröffentlichten Buche finden. Auch der aller Wahrscheinlichkeit nach von Venedig beeinflußte Spanier *Daza de Valdes* gibt 1623 die gleiche Regel ausdrücklich an. Stärkere Gläser erhielten die gleichseitige Form; sie hießen in Regensburg „Doppelgesicht", weil sie — im allgemeinen gesprochen — die doppelte Wirkung der auf der gleichen Schale geschliffenen einfachen Gläser hatten (man achte hierfür auf Anm. 33 zu S. 37).

Daß man in Venedig auch gegen den Schluß des hier zu besprechenden Zeitraums bei dem Schleifverfahren Neuerungen einführte, mag man dem Buche des *H. Sirturus* (S. 45) entnehmen, wonach um den Ausgang des 16. Jahrhunderts eben der Brauch aufgekommen ist, die zu bearbeitende Linse auf das Holzheft aufzugipsen, während man sie ihm früher aufkittete. Die nahe Beziehung zu den Spiegelarbeitern, die ja seit 1585 sicher belegt ist, mag den venezianischen Brillenmachern dauernd Anregungen geboten haben. Denn jene Handwerker waren beim Schleifen und Polieren der großen ebenen Spiegel an sorgfältige Arbeit gewöhnt, und es paßt zu dieser Auffassung ausgezeichnet, daß die beste Schleifarbeit für die bald nach 1608 zu Venedig in Menge hergestellten Land- und Seefernrohre von einem Spiegelmacher geleistet wurde; darauf wird weiter unten noch näher einzugehen sein.

Abb. 12 und 13. Die beiden 5fach vergrößerten Meisterzeichen von Abb. 10 und 11 (halbschematisch). Zeit vielleicht 1520 bis 1530

An dieser Stelle mag eine Art Scherzbrille erwähnt werden, die spätestens um den Ausgang des 16. Jahrhunderts herum[47]) recht weit verbreitet gewesen ist. Es handelt sich dabei um ein Rautenglas, d. h. um eine eben-erhabene Linse, von der man die Kugelkappe so abgeschliffen hatte, daß sich an ihrer Stelle ein von Ebenen (häufig Rauten) begrenztes Vielflach bildete. Schaute man dadurch auf einen bestimmten Gegenstand, so wurde er durch die Prismenwirkung, wie sie eine jede Raute in Verbindung mit der ursprünglichen Planfläche lieferte, vervielfältigt, und das erregte bei einem in optischen Wirkungen unerfahrenen Benutzer in der Regel Staunen und Verwirrung.

Für die Ausführung der Schleifarbeit ist man mindestens in Oberdeutschland von der feststehenden Schleifschale nicht abgegangen, in der das zu bearbeitende Glas ohne Verwendung von Wasser gerieben wurde — man beachte den alten Ausdruck „Glasreiber". Und *H. Sirturus*[48]), einer unserer wichtigsten gleichzeitigen Fachkundigen, berichtet aus dieser Zeit, daß man in Oberdeutschland schon damit begonnen habe, an derselben Schale zwei Arbeiter gleichzeitig und beidhändig schleifen zu lassen. Zu der gleichen Zeit habe man an mehreren Orten Italiens fressende Poliermittel angewandt, um an Arbeitzeit zu sparen. Die Güte der Brillengläserausführung wird in dieser Zeit vermutlich nirgendwo sehr groß gewesen sein; wir werden im nächsten Abschnitt genauer darauf einzugehen haben.

In besonders hoher Wertschätzung muß um den Ausgang unseres Zeitraumes die Brille in Spanien gestanden haben, wozu[49]) Einzelheiten möglichst vollständig zusammengetragen worden sind. Hinzugekommen ist seitdem die Mitteilung, daß im Nachlaß des 1558 verstorbenen Kaisers Karl V. 27 Brillen vorhanden gewesen seien. Das erklärt dann besonders zwanglos die Brillenliebhaberei des reichsten deutschen Kurfürsten, Augusts von Sachsen, über dessen Prunkbrillen in CZ, Bd. 40 (1919), S. 210 einiges abgehandelt worden ist. Preise von ziemlich genau 260 S.-M. werden dort mitgeteilt. So hat eben auch sonst nach Deutschland hin die dortige Sitte, die so ganz von dem an den Renaissancehöfen und namentlich dem französischen Hofe üblichen Brauche abwich, ihre Wellen geworfen, wie man aus den einzelnen Nachweisen über spanischen Einfluß entnehmen kann. In früherer Zeit (vor 1586) hat man für fürstliche Träger von einem spanischen Gewerbsmann einen Kopfreifen aus kostbarem Metall ausführen lassen, womit die Nasenbrille vor den Augen festgehalten wurde. Ein entsprechendes Stück, wahrscheinlich aber viel späterer Herstellung, ist, aus Messing gefertigt, auch in der Sammlung vorhanden.

[45]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 2.
[46]) Titel: DOW, Bd. 9 (1923), S. 396.
[47]) DOW, Bd. 11 (1925), S. 121.
[48]) DOW, Bd. 2 (1917), S. 1/5.
[49]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 338/40.

Digitized by Google

Durch einen glücklichen Zufall ist aus etwa der gleichen Zeit, genauer dem Jahre 1573, ein spanisches Bildnis bekanntgeworden[50]), das für unsern Zweck von einer besonderen Bedeutung ist. Der spanische Silberschmied *Joan de Arphe* ließ sich in reicher Hoftracht mit einer Klemmbrille darstellen, Abb. 14, die in der Art

Abb. 14. Der spanische Silberschmied *Joan de Arphe* in Hoftracht mit einer Klemmbrille vom Jahre 1573

eines heutigen Klemmers auf seiner kräftig entwickelten Nase gut gesessen hat. Auf diese Weise erbringt sich der Beweis für eine sehr frühe Verwendung der Klemmbrille als Fernbrille in der guten Gesellschaft Spaniens um die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts. Damit wird die dortige, allgemein bereits bekannte Wertschätzung unserer Sehhilfe mit Einzelheiten, also gleichsam aktenmäßig, belegt. Vermutlich wird der damalige, vielleicht einigermaßen federschwache Klemmer nicht auf jeder Nase gesessen haben, und man erfand zur Abhilfe bald danach in dem Gebiet des spanischen Einflusses zu sicherem Sitz dauernd zu tragender Sehhilfen die sogleich näher zu beschreibende Fadenbrille.

Später ging man in Spanien eben zu der Fadenbrille über, für die das auf 1596 zu verlegende, von *El Greco* gemalte Bildnis des spanischen Kardinals *Nino de Guevara* einer der Hauptbelege ist, Abb. 15, ein anderes von dem paduanischen Professor *Hieronymus Capivacceus* mit der Fadenbrille bei *J. Rouyer* (116) mag noch etwa 15 Jahre älter sein. Die in CZ, Bd. 44 (1920), S. 418 vertretene Ansicht, daß gerade diese, damals in Spanien üblichen, Fadenbrillen von spanisch-italienischen Jesuitenmissionaren nach China eingeführt worden seien, scheint keinem Widerspruche von Fachleuten zu begegnen. Nach *P. Pansier* (98) ist in der wichtigen, von *Fabri de Peiresc* vor 1629 zusammengebrachten Sammlung sogar die Darstellung eines alten Spaniers mit einer Ohrenbrille auf einer Zeichnung zu finden. Derselbe Verfasser (55) berichtet, ebenfalls auf *F. de Peiresc* gestützt, von einem vielleicht ähnlichen Gerät bei einem alten Portugiesen. Es ist sehr enttäuschend, daß man auch in dem neuesten französischen Brillenbuche von *A. Bourgeois* dafür weder eine Bestätigung noch davon eine Widerlegung findet.

Daß man in Spanien auf den großen Durchmesser schwacher Brillengläser insofern Wert legte, als sie die Würde des Trägers zu erhöhen schienen, ist gut und aus ziemlich alter Zeit beglaubigt; ferner sprechen die gedruckten Quellen des ausgehenden 16. Jahrhunderts von Brillengläsern verschiedenen Durchmessers, und auch die bildergeschmückte Ergänzung der Regensburger Brillenordnung läßt die merklich verschiedenen Durchmesser von 33 und 42 mm[51]) feststellen. Hierher gehört eine vor kurzem durch *A. Peters*[52]) veröffentlichte Zeichnung, worin ein Kriegsmann in der Tracht wohl des ausgehenden 16. Jahrhunderts vor einem Brillenverkaufschrein kniet, an dem Horn(?)brillen sogar mit vier verschiedenen Durchmessern feilgeboten werden. Leider soll das Flugblatt erst aus der Mitte oder dem Ende des 17. Jahrhunderts stammen, und es bleibt nur die, durch die Landsknechttracht anscheinend unterstützte, Annahme übrig, man habe damals das für unsern Zweck sonst ziemlich gleichgültige fliegende Blatt mit einer älteren, in das 16. Jahrhundert gehörigen Bildervorlage ausgestattet oder eine solche dafür benutzt.

Wendet man sich nun zu dem Einglas, dessen Vorkommen sowohl aus älterer Zeit — ich erinnere an die schon früher angeführte *Delabordes*che Liste bei *J. Rouyer* (102/4), an *Leo X.* mit dem Einglas um 1492, an das Einglas des niederländischen Malers *J. van Straet*[53]) um 1560 und schließlich an die Nürnberger Preisangaben für Händler mit „ainlitzigen" Gläsern von 1583 — wie gegen das Ende des hier behandelten Zeitraums beglaubigt ist, so kann daran kein Zweifel bestehen, daß diese ursprünglichen Augenhilfen auch später gebraucht, ja, nach dem Nürnberger Belege, sogar viel gebraucht worden sind. Indessen scheint sich doch eine Änderung einzustellen, wonach diese vorzuhaltenden Eingläser allmählich die in der guten Gesellschaft allein gestattete Augenhilfe darstellen; ich habe das früher als die französische Sitte bezeichnet und werde darüber mehr noch im nächsten Abschnitt anzuführen haben.

Abb. 15. *H. Capivacceus* in Amtstracht mit einer Fadenbrille nach spanisch-italienischer Art um 1580

Von einer besonderen und vermutlich sehr alten Art, die Brillen unter der Kopfbedeckung (s. S. 32) zu tragen, wird mit bestimmten Worten schon ziemlich früh berichtet. So deuten jedenfalls italienische Brillenforscher, denen sich der zuständige Bearbeiter des Brillenabschnitts in der *Krünitz*schen Enzyklopädie 1784 gern anschloß, einen Abschnitt aus einer Predigt *Savonarolas* um 1490. Deutlicher findet sich ein solches Stück dargestellt bei *R. Greeff*[54]) nach einem Stich von *T. Stimmer* aus der

[50]) ZfoO, Bd. 14 (1926), S. 15.

[51]) ZfoO, Bd. 8 (1920), S. 85.
[52]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 49.
[53]) DOW, Bd. 10 (1924), S. 335.
[54]) DOW, Bd. 9 (1923), S. 1/2.

Digitized by Google

zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Auf die gleiche Zeit mag die ähnliche Brille des hl. *Philipp* aus Neri (* 1516, † 1595) zu verlegen sein, von der bereits *J. Rouyer* (118) berichtet hat; auch im nächsten Abschnitt wird noch auf diese Stirnfortsatzbrille einzugehen sein, wie sie von *R. Greeff* an der soeben angegebenen Stelle genannt wurde.

Hier soll einer Erscheinung gedacht werden, die jedenfalls in engem Zusammenhange mit den Brillengläsern steht, wenn sie auch zunächst nicht unmittelbar damit zusammenfällt. Wir wollen sie als Verwendung von Sammelgläsern mit großem Augenabstande schildern und gehen besonders deshalb auf sie ein, weil man dabei durch eine vorsichtige Verbindung vereinzelter Nachrichten sehr verschiedener Herkunft zu einer lebhafteren und doch nicht willkürlichen Schilderung recht alter optischer Versuche und Schaustücke kommt.

Ein mit großer Wahrscheinlichkeit 1585 geschriebenes (allerdings erst 1839 gedrucktes) Buch *William Bournes* (TYON 180) berichtet ausführlicher von den auch aus einer weiteren englischen Quelle von 1585 bekannten Perspektivgläsern (perspective glasses). Darnach schleift man aus klarem weißem venezianischem Glase eine gleichseitige Linse von schwacher Brechkraft und ziemlich großem Durchmesser. Das von ihm angegebene Beispiel führt auf eine Linse von etwa 5,5 m Brennweite bei 0,3 m Durchmesser. Poliert man die am Rande ganz dünne, in der Mitte nicht über 6 mm starke, also sehr zerbrechliche, Linse aus, so muß man sie in einen geeigneten Rahmen setzen und kann damit namentlich für die Aufgaben des Krieges in weite Fernen sehen. Man könne, in einer bestimmten Entfernung von der Linse stehend, alle Dinge sehr stark vergrößert wahrnehmen, gehe man mit dem Auge weiter zurück, bis zu der Entfernung der Brennweite, so sehe man im Glase nur einen Nebel, und entferne man sich noch weiter, so erblicke man die Gegenstände (ebenfalls wieder vergrößert und) auf dem Kopfe stehend. Kleinere Gläser gleicher Art nenne man gewöhnlich Brillengläser (spectacle glasses). Man wird, wie man heute hinzufügen kann, beide Arten von dem gleichen Gewerbsmann bezogen haben, was für die richtige Deutung des Folgenden zu beachten ist.

Wenige Jahre danach, 1589, hat der durch seinen Eifer beim Sammeln optischer Merkwürdigkeiten bekannte *J. B. Porta* einen kurzen Abschnitt offenbar derselben Einrichtung gewidmet. Er nennt sie nur eine kristallene Linse und läßt nicht erkennen, daß er zu einer so richtigen Beschreibung befähigt gewesen wäre wie *W. Bourne*. Wir können hier von seiner Schilderung nur brauchen, daß man beim Betrachten ferner Personen durch die Linse ihre Kleider auch nach der Farbe und ihre Gesichtszüge greifbar nahe vor sich zu sehen glaubte.

In unserer heutigen Sprechweise würde man eben Vorkehrungen dieser Art als schwache Sammelgläser mit ungewöhnlich großem Abstande bezeichnen und kann[55]) die verschiedenartigen Wirkungen bald mit aufrechtem, bald mit umgekehrtem Bilde sehr wohl aus dem Brechungs- und Akkommodationszustande eines solch ein schwaches Sammelglas benutzenden Beobachterauges ableiten.

Hält man dagegen, daß Kurfürst *August* von Sachsen 1583 aus England „etliche viereckige Brillengläser" zum Preise von 12 Talern = 62,35 S.-M. (mit 5 Talern = 25,98 S.-M. Botenlohn von Hamburg nach Dresden) erhalten habe, so kann man diese vielleicht auch zu den Perspektivgläsern rechnen, man würde dann eher die eigentümliche Bezeichnung „etliche Brillengläser" verstehen sowie die viereckige, vielleicht auf den Fassungsrand zu beziehende Form und die hohen Frachtkosten, die dann durch eine besonders sorgfältige Verpackung der zerbrechlichen Ware erklärt werden mögen. Damit läßt es sich vereinigen, daß *A. v. Pflugk*[56]) in seinen beiden eingehenden, den Brillennachlaß des Kurfürsten *August* behandelnden Verzeichnissen der Dresdener Kunstkammer von 1591 und 1624 keinen Vermerk zu der Brille mit viereckigen Rändern mitteilt, und ein solcher wäre doch wohl kaum unterblieben, wenn man jene englischen „viereckigen Brillengläser" wörtlich aufzufassen und sie sich etwa in einer Arbeitsbrille mit dieser eigentümlichen Randgestaltung zu denken hätte. Vielleicht kann man, wenn man an schwachen Sammellinsen großen Durchmessers festhalten will, einen anscheinend meist übersehenen Bericht heranziehen, den *J. Kepler* 1604 über seinen Besuch im Dresdener Kunsttheater[57]) abgestattet hat:

> „Eine in der Mitte dickere Scheibe, d. h. eine kristallene Linse von einem Fuß Durchmesser stand am Eingang der dunklen Kammer dem Fenster gegenüber, das die einzige Öffnung war und ein wenig nach rechts lag. Während also der Blick den dunklen Raum durchirrt, fallen die Augen durch Zufall auf den Ort des Bildes, der eben näher lag als die Linse. Da nun die Linse mäßig beleuchtet war, zog sie die Aufmerksamkeit der Augen nur wenig an. Aber auch die Wände jenseits der Linse waren nur wenig sichtbar, weil sie in großer Dunkelheit lagen. Dagegen entwarf das Fensterchen und seine äußere Umgebung, die reichlich beleuchtet und hinter der Linse verborgen war, ein deutliches Bild von sich in die Luft (zwischen mir und der Linse)."

Ist unsere Deutung der in England erstandenen Brillengläser als Perspektivgläser richtig, so sieht man hier eines davon und darf sich nicht wundern, ihnen nicht weiter unter den Bestandlisten des Brillennachlasses zu begegnen. Wenn dieses Glas zwar in einer dunklen Kammer als bilderzeugende Linse mit Vorderblende diente, aber als Perspektivglas benutzt wurde, so erhält man vielleicht einen verwertbaren Hinweis auf die Erfindung des Perspektivglases überhaupt: man hatte wohl in einer gewöhnlichen dunklen Kammer das Auge ungefähr an die Stelle des Bildschirms gebracht und rein versuchsmäßig durch Näher- oder Fernergehen (also ganz in der von *W. Bourne* beschriebenen Weise) die Stellen ermittelt, an denen man ein deutliches Bild erhielt. Bei *Kepler* mit seinem kurzen Gesicht führte die beidäugige Beobachtung des umgekehrten Luftbildes zu einem artigen Versuch über die beidäugige Tiefenwahrnehmung, wie er von den italienischen Liebhabern der Optik schon früher erstrebt, aber nach *Keplers* Darstellung nicht befriedigend erreicht worden war.

Zusammenfassend kann man sagen, um das Ende des hier behandelten Zeitraums finden sich schwache Sammellinsen von beträchtlichem Durchmesser mit großem Augenabstande benutzt (und wahrscheinlich aus der dunklen Kammer entwickelt) in England, Italien und Deutschland im Gebrauch; nach der ältesten, englischen Quelle nennen wir sie Perspektivgläser und wissen aus der gleichen Mitteilung, daß sie in England mit den seit alters üblichen Vorhaltegläsern vor ein Einzelauge als nahe verwandt empfunden wurden. Es mag hier noch besonders darauf hingewiesen werden, daß der oben erwähnte englische Ausdruck für die großen Perspektivgläser zum Sehen in weite Ferne zu Mißverständnissen mit dem einige 30 Jahre später erfundenen holländischen Fernrohr oder Perspektiv Anlaß geben konnte und tatsächlich auch gegeben hat.

Die kleineren Vorhaltegläser müssen sich damals, wie schon gesagt, auch in England in der guten Gesellschaft verbreitet haben, wie man aus einer Stelle in *Shakespeares* Ende gut, alles gut, 5. Akt, 3. Auftritt (TYON 181/2, Die Naturw., Bd. 14 (1926), S. 148), schließen kann. Wir kommen damit zu einer möglicherweise der Renaissance im allgemeinen zuzuschreibenden Mode, die wir, wie oben schon bemerkt, im nächsten Abschnitt als vornehmlich französische Sitte genauer zu schildern haben werden.

---

[55]) CZ, Bd. 37 (1916), S. 211/2.

[56]) TYO [16].

[57]) ZfoO, Bd. 9 (1921), S. 48/9.

Digitized by Google

Aus den Nürnberger Verordnungen wissen wir, daß sowohl Nasenbrillen als auch Eingläser zum Vorhalten in außerordentlich großen Mengen hergestellt wurden. Dazu mag zunächst bemerkt werden, daß man[58]) in Nürnberg schon früh die Neigung erkennt, die Arbeitsgänge zu teilen und die Betriebe zu vergrößern, wie sehr diese letzte Bestrebung auch gegen den ursprünglichen Sinn der Zunftordnung sprechen mochte. Der ursprüngliche, handwerksmäßige Kleinbetrieb, wie ihn 1568 *J. Amman* auf seinem Bildchen in einer auch durch die Kunstmittel gebotenen Vereinfachung darstellt (s. S. 38), ging mehr und mehr in eine kleine Manufaktur über, wo man zur Erzeugung billigster Waren auch mit wenig oder gar nicht vorgebildeten Arbeitern auszukommen wußte.

Was die Preise angeht, so zeigen sie deutlich einen absteigenden Verlauf. Aus dem Jahre 1492[59]) kennen wir den Kaufpreis für eine einzelne billige Brille mit 14 und 13,2 Pf. im südlichen Bayern und finden sie in guter Übereinstimmung mit den Kosten in den südlichen Niederlanden, wo *A. Dürer* 1520/1 eine Brille für 19 Pf. erwarb. Nebenbei bemerkt, ist das der einzige unvermittelte Hinweis auf dieses so wichtige und alte Herstellungsgebiet für Brillen, das — nach den übereinstimmenden Preisen zu urteilen — auf ähnlicher Höhe gewerblicher Entwicklung gestanden haben wird wie Nürnberg. Aus dem Jahre 1583 kennen wir die Nürnberger Preise sogar aus einer amtlichen Kundgebung wieder, und da sind sie — freilich für Großhändler — für einfache Brillen[60]) auf $7^2/_3$ und $6^1/_2$ Pf. gesunken.

Abb. 16 Vorderseite

Abb. 17 Rückseite

eines Brillenfutters für eine Fern- und eine Nahbrille. Die Verzierungen in Renaissance-Geschmack sind in den messingnen Körper gestochen. Vom Jahre 1591

In einem Lande aber, wo noch keine Brillenherstellung im großen bestand, waren die Brillenpreise damals bedeutend höher. Man kann dafür auf CZ, Bd. 46 (1925), S. 185/6 hinweisen, wo Pariser Brillenpreise aus den Jahren 1475 und 1488 nach gebührender Umrechnung mit 1,55, 1.86 und 2,18 S.-M. für eine Nietbrille angegeben sind. Sie übertreffen damit merklich — in runden Zahlen stellen sie sich auf die Höhe des Doppelten — die allein bekannt gewordene, etwas kostspieligere südbayerische Brille im Futter um das Jahr 1492, woselbst sie mit 0,91 S.-M. bewertet wurde. Vermutlich wird ein ansehnlicheres Äußere dem höheren Preise entsprochen haben.

Im einzelnen kommen gewöhnliche (Klemm-)Brillen und einlitzige Brillen vor. Wann aber die eine und wann die andere unter diesen Brillenformen benutzt wurde, ist einstweilen im einzelnen nicht erkenntlich, und es ist möglich, daß dabei der persönliche Geschmack eine Rolle spielte. Wenn man eine Schrift eines Sachverständigen von unbestreitbarer Bedeutung aus dem Anfang des nächsten Zeitraums heranzieht — wir denken hier an *Keplers* großes Lehrbuch der Optik vom Jahre 1604 — so findet man, daß in den Jahren zuvor mindestens in Steiermark Fehlsichtige auch für die Ferne ein Paar Gläser, also eines für jedes Auge, bevorzugten. Dem steht natürlich nicht im Wege, daß an anderen Stellen das einlitzige Glas — in späterer Zeit hat man es das Fernglas genannt; vorläufig ist dieser deutsche Ausdruck seit 1687 belegt — bevorzugt wurde, und das mag besonders für die Länder und Stände gelten, die unter dem Einflusse der späten Renaissance standen.

Diese Brillengläser ebenso wie die beidäugigen Brillen, mögen es im einzelnen Klemmbrillen in Horn oder Leder oder Metall gewesen sein, trug man — von Spanien abgesehen — außerhalb des Hauses anscheinend nicht dauernd vor den Augen, sondern setzte sie nur auf, wenn man bestimmte Gegenstände deutlich zu sehen wünschte. Solche Augenhilfen zum Sehen in die Ferne sind nach dem *Grimm*schen Wörterbuche schon um den Ausgang des 16. Jahrhunderts, also gerade in der uns hier angehenden Zeitspanne, als Stechbrillen bezeichnet worden. Es ist unsicher, ob man diesen Namen wählte, weil man sie auf die Nase aufsteckte oder weil man sie bei Nichtgebrauch in einen Behälter (ein Futter) steckte. Diese Bezeichnung Stechbrillen kommt im Deutschen später (unter der Einwirkung der französischen Sitte?) aus dem allgemeinen Gebrauch, taucht aber in einer sehr verwandten Form gegen 1830 in Wien ohne nähere Erklärung auf, wozu noch später einiges zu bemerken sein wird. Der Ausdruck mag sich für den langen Zwischenraum in der Fachsprache erhalten haben und nur zufällig nicht in die gedruckten Quellen aufgenommen worden sein.

Von solchen Futtern berichtet die Dresdener Bestandliste mehrfach: sie bestanden aus Samt, Leder, waren schwarz (Holz?), schwarz Holz (Ebenholz?) mit Gold beschlagen, Silber, Silber vergoldet und Gold. Man wird eben zum mindesten bei Standespersonen ein Brillenfutter bei der Tracht anzunehmen haben, wenn ein solcher Würdenträger überhaupt der Brillen bedurfte. Hierher ist vielleicht auch das für eine Klemmbrille bestimmte Futter zu rechnen, das *J. Rouyer* (162) ohne Zeitbestimmung abbildet. Nach der freundlichen Auskunft von *A. v. Pflugk* befindet sich zu München in dem Bayerischen Nationalmuseum eine Lederbrille in einem geschmiedeten Futter etwa vom Jahre 1550.

Ein derartiges Futter aus Messing mit gestochenen Renaissance-Verzierungen und der Jahreszahl 1591, Abb. 16 u. 17, gehört in unserer Sammlung sicher hierher. Es hat Raum für zwei Brillen — jedenfalls die von ganz alter Zeit her zusammen verlangten Fern- und Nahbrillen — und zwar mußten die Fassungen ziemlich knapp sein, wenn die Stücke in das Futter passen sollten. Es mag sich also um sorgfältig gearbeitete Horn- oder schon um Metallbrillen gehandelt haben. Zwei andere kleinere Messingfutter für einzelne Vorhaltegläser mit kurzem Stiel und gleichartigen, gestochenen Verzierungen mögen beide aus derselben Werkstätte stammen — doch mögen nach *J. Rouyer* (162) Futter für Gelenkbrillen ganz ähnlich ausgesehen haben. — Diese Futter unserer Sammlung stehen nach der Sorgfalt der Ausführung weit hinter dem eben beschriebenen Doppelbehälter zurück. Die Einordnung in diese Zeit kann für sie nicht belegt werden.

Entsprechend dem so bekannten einfachen Vorhalteglas gab es auch bereits in dem Zusatz der Regensburger Brillenmacherordnung ein regelmäßig hergestelltes Doppelglas zum Vorhalten. Es trug den Namen *Weiser*, und beide Gläser ließen sich um das Ende ihrer kurzen Stiele bewegen und in zwei, wohl hörnerne, Schutzschalen einschlagen. Beim Gebrauch wurde die die Augenhilfe tragende Hand an die Stirn angelegt und so beide Gläser von oben her vor die Augen gebracht. Da diese Stellung in dem 1568 zu Nürnberg erschienenen Buche mit den *Sachs*ischen Versen abgebildet (s. S. 38) ist, so wird sie damals in Oberdeutschland allgemein nicht unbekannt gewesen sein.

[58]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 208, 225/6.
[59]) CZ, Bd. 40 (1919), S. 209/10.
[60]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 225.

Digitized by Google

Allmählich scheint sich aber (von welchem Ursprungsorte aus?) ein weiterer Wechsel in dem für die Fassung verwandten Rohstoff vorzubereiten. In der in Wien erhaltenen Sammlung aus dem Schloß Ambras finden sich aus der Zeit von 1570/80 verschiedene metallgefaßte Brillen. Die goldene Fassung mit Schmelzverzierungen in französischem Geschmack (auch an einer Gelenkbrille) mag von Goldarbeitern stammen, doch liegen auch Brillen in Eisen vor, die auf Nürnberg und diese Zeit zurückgehen sollen (*A. v. Pflugk* 10. X. 21 briefl.). Solche sind bisher von keiner andern Sammlung gemeldet, müssen hier aber um so mehr verzeichnet werden, weil sie später eine große Bedeutung erlangt haben. Unter allen Umständen sind sie in der eben erwähnten Preiszusammenstellung von 1583 für den Großhandel nicht enthalten, und es mag sein, daß es sich zunächst noch um verhältnismäßig seltene Ausführungen gehandelt hat; sie sehen, nach der mir vorgelegten Aufnahme zu schließen, auch gar nicht wie Massenware aus.

Die Zinnfassung der Pariser Brillenmacherordnung von 1581 bezieht sich wohl nur auf Vorhaltegläser oder Nietbrillen; denn es ist schwer einzusehen, wie man mit Zinn allein eine federnde Nasenbrille hätte herstellen können. Hier aber muß mit Rücksicht auf die schon einmal angezogene Stelle bei *J. Rouyer* (161) ein einschränkender Zusatz gemacht werden. So unausreichend geordnet seine Nachrichten dort auch beigebracht sein mögen, so darf man doch nicht daran zweifeln, daß dieser erfahrene und die Entwicklung der Brille nach besten Kräften schildernde Fachmann starre Bügelbrillen aus Blei und anderen Metallen gesehen hat. Man muß dazu ja auch die Nürnberger Meisterbrillen rechnen; auch sie hätten — wären sie überhaupt zum Durchsehen bestimmt gewesen — mit einer Hand den Augen vorgehalten werden müssen. Vielleicht kann man sich damit helfen, daß man die starren Bügelbrillen als Jugendformen dieser Art ansieht; man lernte wohl bald, dieses bei der Arbeit recht störende Vorhalten einigermaßen zu vermeiden, und für 1581 möchte ich nicht mehr an Bügelbrillen aus Zinn glauben. Zumal ja in Frankreich die spanisch-italienischen Ohrenfäden für jeden Brillenträger unmöglich gewesen sein werden, der irgendwie Anspruch auf Erziehung und feine Sitte machte.

Noch zu einem weiteren Zwecke bediente man sich des Einglases, nämlich, auf die Büchse gesteckt, zum Schießen. Solche Stücke sind in dem Nachtrag zur Regensburger Brillenmacherordnung[61]) unter 18 und 19 sogar in zwei verschiedenen, beide für Schützen von kurzem Gesicht bestimmten Stücken zu finden, ein andres vom Jahre 1585[62]) hatte die schwach sammelnde Wirkung von ¾ dptr; es ist noch als Sammlungsstück vorhanden. Auch in der *Pflugk*schen Sammlung ist ein solches Stück etwa vom Jahre 1600, also aus dem Ende des hier besprochenen Zeitraumes. Über diese Verwendung der Brillengläser darf man sich nicht wundern. Da es, von den das Äußere arg verunstaltenden Bindebrillen abgesehen, festsitzende Brillen noch nicht gab, so konnte ein fehlsichtiger Schütze vom Stande kaum anders zu einem sicheren Schusse kommen, als wenn er die Brille auf dem Gewehr selber anbringen ließ.

Der Vollständigkeit halber seien schon in diesem Abschnitte einige Worte den Brillenmünzen gewidmet, worüber *A. v. Pflugk*[63]) eine durch Gründlichkeit und Vollständigkeit ganz hervorragende Arbeit abgefaßt hat. Hierher gehören dem Alter nach zuerst wohl die Rechenpfennige (jetons) von 1567 aus Deutschland, vom 16. Jahrhundert im allgemeinen gesprochen aus Frankreich, und die braunschweigischen Brillentaler aus den Jahren 1586/9. Sie geben gelegentlich Brillen als bestimmte Stücke wieder, verwenden sie aber nach *A. v. Pflugk* häufiger sinnbildlich, und zwar in doppelter Weise, als Zeichen der Vergänglichkeit (etwa als Altersbrille) oder scharfen Verstandes und gespannter Aufmerksamkeit. Für die Ziele dieser Sammlung sind sie als unbezweifelbare Zeichen für Verbreitung und Bewertung der Brille aufzufassen, der die gleichzeitigen Veröffentlichungen merkwürdig wenig Beachtung geschenkt haben. Vielleicht kann man im Hinblick auf die Form darauf hinweisen, daß die Nietbrille auf französischen Münzen und Siegeln vor der Klemmbrille bevorzugt zu sein scheint, während auf deutschen Stücken gerade diese letztgenannte besonders häufig auftritt.

Der Niedergang der alten Brillenmanufakturen und die Zeit des aufkommenden Optikerstandes (von 1604 bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts)

Für das Verständnis der Brille macht die große Arbeit *J. Keplers* einen ganz gewaltigen Einschnitt: war hier doch nicht nur im allgemeinen die wissenschaftliche Behandlung der Optik neu begründet, sondern auch im besonderen die Leistung des Auges und des Brillenglases im einzelnen erklärt und verständlich gemacht worden. Auch für den Liebhaber der Brille lohnt es sich sehr wohl, die Darstellung eines Gelehrten wie *Maurolycus* aus dem Jahre 1552[64]) mit der *Kepler*schen von 1604[65]) zu vergleichen; wenn man das tut, so wird man imstande sein, den anerkennenden Standpunkt zu würdigen[66]), dem ein so scharfer Kopf wie *W. Ch. Wells* 1792 seine schöne Begründung gegeben hat.

In der Brillenherstellung aber würde man eine solche Wende vergeblich suchen; für die Gewerbsleute, die sich mit der Herstellung optischer Waren und ihrem Absatz an weite Kreise beschäftigten, machte, wie man sicher bemerkt, die Erfindung des Fernrohrs durch den Middelburger Optiker *Hans Lipperhey* aus Wesel im Jahre 1608 einen viel tieferen Einschnitt. Zunächst galten seine Erzeugnisse als Brillen — in einer deutschen Sammlung jener Zeit wurden sie sogar als Perspektivbrillen aufgeführt —, und man kann sich nicht wundern, daß der nachgesuchte Schutz von dem damit beschäftigten Ausschuß der Generalstaaten erst dann erteilt werden sollte, wenn der Künstler diese Brillen beiden Augen angepaßt hätte. Es kam auf diese Weise schon früh zur Herstellung eines doppelten holländischen Fernrohrs, und wir können für den hier verfolgten Zweck noch hervorheben, daß diese Linsen aus dem damals von alter Zeit her bevorzugten Rohstoff, nämlich aus Quarz, angefertigt wurden.

Es sei darauf hingewiesen, daß der bereits erwähnte englische Forscher *D. Baxandall* auch das weitere Verdienst hat, aus der längst vergessenen holländischen Ortsgeschichte ein Bild des so bekannten Weselers *H. Lipperhey* zugänglich gemacht zu haben.

Sehr bald nach der Erfindung *Lipperheys* nahm einer der bekanntesten Gelehrten der damaligen Zeit, *Galilei*, die Beschäftigung mit dem Fernrohr auf und verwandte es zu seinen Himmelsforschungen, die ungemein erfolgreich ausfielen, obwohl sich die holländische Anlage dafür nicht besonders eignete. Hatte schon gleich im Anfang die Verwendbarkeit des neuen Geräts für den Krieg sehr große Hoffnungen hervorgerufen, so war das Aufsehen noch viel größer, das die so erfolgreiche Himmelsforschung überall erregte. Der Wunsch, sich ähnlichen Forschungen hinzugeben, veranlaßte, zunächst in Italien, viele gelehrte und vornehme Leute, sich passende Linsen zu schleifen, und dadurch wurde die Fähigkeit, optische Waren zu beurteilen, in ungeahntem Maße gesteigert. Zunächst war, wie gesagt, die Teilnahme in Italien besonders groß, aber sie dehnte sich bald in den wissenschaftlichen Kreisen auch anderer Länder aus, die Ordensgeistlichen nahmen lebhaften Anteil und namentlich der gelehrte Orden der Jesuiten beschäftigte sich mit derartigen Aufgaben. Man

[61]) DOW, Bd. 8 (1922), S. 47.
[62]) ZfoO, Bd. 2 (1914/5), S. 95.
[63]) ZfoO, Bd. 9 (1921), S. 157/8.
[64]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 24/5.
[65]) ZfoO, Bd. 9 (1921), S. 103/6.
[66]) ZfoO, Bd. 10 (1922), S. 106.

Digitized by Google

kann überhaupt in dieser Zeit geradezu von einem Überwiegen des geistlichen Einflusses in der Optik sprechen, weil ein so reicher und gelehrter Orden mit hohem weltlichem Einfluß ganz andere Mittel und eine ganz andere Stetigkeit in den Dienst der Optik stellen konnte, als das weltlichen Kreisen von ähnlicher Schulung zunächst möglich war.

Daher kann man erst vom Anfang des 17. Jahrhunderts von wissenschaftlichen Bestrebungen in der Formgebung für Linsen sprechen, und die zahlreichen neuen Liebhaber stellten bald fest, daß mit den alten, nur auf billige Massenerzeugung von Brillengläsern hin ausgebildeten Verfahren sorgfältige Arbeit unmöglich zu leisten sei.

Damit war der Anlaß auch zu einer wissenschaftlichen Zwecken entsprechenden Ausführung der Linsenflächen gegeben. Es bildete sich eine wissenschaftliche Optik mit hohen Ansprüchen an Genauigkeit etwa im ersten Viertel des 17. Jahrhunderts heraus, und sie ward vornehmlich von den Ordensgeistlichen betrieben, denen damals auch eine ganze Anzahl von Verbesserungen und Erfindungen auf optischem Gebiete gelang. Diese Entwicklung, auf der wir Optiker heute weiter fußen, muß für sich und im Zusammenhange behandelt werden, doch werde vorerst die alte Entwicklungsreihe weiter verfolgt.

Die Brillenmanufakturen, namentlich in Nürnberg und Fürth.

Wir verfolgen hier zunächst die alten Brillenmanufakturen weiter, auf die der wissenschaftliche Anstoß durch *Kepler* und die Folgen der *Lipperhey*schen Erfindung nicht weitergewirkt hatten. Jeder Grund fehlt zu der Annahme, daß sich in den ersten zwanzig, für Oberdeutschland einigermaßen friedlichen Jahren dieses Jahrhunderts irgend etwas an den Verhältnissen des vorhergehenden Abschnittes geändert habe. Während die Nürnberger Ratserlasse gerade für diese Zeit nicht besonders reichlich fließen, vermag man von den Nürnberger Meisterstücken, die ausnahmslos in diese Zeit fallen, ziemlich viel auszusagen. Die Kenntnisse sind an den Sammlungsstücken selbst entwickelt und zwar wiederum vornehmlich nach Ber. 43. Vers. d. Ophth. Ges. Jena 1922, 110/5 durch des sorgfältigen Sammlers und Brillenforschers *A. v. Pflugk* Bemühungen, die im folgenden verwertet wurden. Ob die gelegentlich [67]) ausgesprochene Vermutung richtig ist, man habe in Nürnberg nach 1588, dem Jahre der einigermaßen beschämenden zeitweiligen Unterdrückung des Nürnberger Stadtzeichens vor dem erfolgreichen Regensburger Gewerbe, an die Einführung ausgegrabener Brillen als Meisterstücke nach dem Muster der Regensburger gedacht, kann man natürlich nicht beweisen; aber es stimmt damit ganz gut überein, daß die Anfertigung der bekannten Nürnberger Meisterstücke etwa in den Jahren 1600 bis 1603 begonnen haben wird. Daß es sich hier wirklich um eine Anlehnung an die Regensburger Ordnung und ihren Zusatzteil handelt, wird man [68]) nicht bestreiten wollen, wenngleich in beiden Fällen grundsätzlich eine Ableitung von dem (uns unbekannten) Meisterstück der ältesten Brillenmacherordnung (s. S. 37) vorliegen wird. Das neue Nürnberger Muster, das offenbar gleich von vornherein, gegen die Regensburger Abbildung gehalten, vergröbert war, unterlag im Laufe der Jahre, wie man aus *A. Pichlers* Angaben [69]) schließen mag, immer weiteren Abänderungen ins Grobe und Plumpe hinein. *A. v. Pflugk* belehrt uns, daß solcher Meisterstücke überhaupt nur etwas über ein halbes Hundert vorhanden waren, die in den Jahren zwischen 1600 oder 1603 und 1721 angefertigt wurden, und von ihnen allen vermag er fast genau die Hälfte, nämlich 27, nachzuweisen. Die Futter — sie enthalten stets eine schwarze und eine rote Brille — haben während der ganzen Zeit die gleiche Anlage festgehalten, die *R. Greeff* [70]) abgebildet hat, als er die ihm bekannten 8 Futter schilderte, Abb. 18. Der Inhalt bestand regelmäßig und in einer bis auf die Farbenzuordnung vollkommenen Übereinstimmung mit unserer obigen Deutung der ältesten Brillenmacherordnung in einer roten Brille für die Ferne und einer schwarzgefärbten für die Nähe.

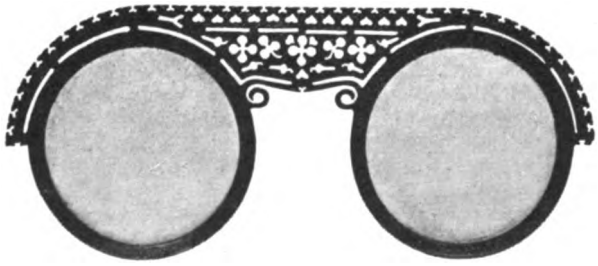


Abb. 18. Muster für ein Nürnberger Meisterstück um das Ende des 17. Jahrhunderts. Eine „ausgegrabene" Hornbrille nach *R. Greeff*

Man wird kaum an dem Bestreben der Zunftgenossen und des Rates zweifeln, durch diese Neuordnung im Sinne der Einschärfung alter Regeln die Güte der hergestellten Waren zu heben. Aber wenn eingerissene Übelstände überhaupt nur mit zweifelhaftem Erfolge durch strenge Verordnungen bekämpft werden, so hat ein solcher Zweifel hier ein doppeltes Gewicht. Als damals, sagen wir um den Ausgang des 15. Jahrhunderts, die „ausgegrabene" Knochenbrille verlangt wurde, stand allerdings wohl auch die Verwendung von Horn beim Brillenbau in großer Nähe, aber dessen Bearbeitung wird kaum wesentlich von der Knochenformung abgewichen sein. Inzwischen aber war auch die Hornbrille bereits in weitem Maße durch die Lederbrille abgelöst worden, und nach den (auf S. 43 erwähnten) Nachrichten muß man ebenso wie nach den aus der späteren Geschichte stammenden Tatsachen annehmen, daß die Metallbrille schon weit auf ihrem Siegeszuge vorgeschritten war, auf dem sie auch in der Nürnberger Massenherstellung die beiden dort vorher zeitweise ausschließlich verwandten Fassungs-Werkstoffe allmählich verdrängen sollte. Es gehörte wohl die ganze Unverantwortlichkeit in der Stellung sowohl der Zunftmeister als auch der übergeordneten Ratsherren dazu, um von einer Einschärfung schon vor mehr als 20 Jahren veralteter Regeln das Heil zu erwarten und zum Meisterstück für Brillenmacher Brillen zu wählen, die überhaupt nicht zum Durchsehen sondern nur zum Ansehen bestimmt waren.

Dafür, daß dieser Tadel nicht übertrieben ist, kann man auch den Umstand anführen, daß die ausgegrabenen Hornbrillen starr waren wie die ihnen als Muster dienenden Knochenbrillen, denn die eingearbeiteten Verzierungen nahmen der Hornplatte ihre ursprüngliche Festigkeit und Federkraft. Es ging mit dieser Brille wie mit dem durch den Schnitzeschmuck verdorbenen Bogen der *Lessing*schen Fabel. Beachtet man, welche schönen Fortschritte der bildgeschmückte Zusatzteil der Regensburger Brillenmacherordnung gerade im Hinblick auf die Steigerung der Federkraft an Hornbrillen aufweist, so wird man heute die Einführung dieser schon im Entwurf veralteten Meisterstücke an einem Hauptsitz der Brillenerzeugung für einen bedauerlichen Mißgriff ansehen müssen.

Ob sich die Güte der Nürnberger Brillen an den Meisterstücken wirklich etwas gehoben hat, können wir aus unseren Akten nicht bestimmen: möglicherweise waren die Zeitläufte — der 30jährige Krieg ergriff ja gerade Nürnberg und Regensburg besonders hart — dafür auch gar zu ungünstig. Wenn wir Gutes von den Nürnberger Manufakturen — denn zu solchen entwickelten sich allem Anscheine nach die ursprünglichen Handwerkskleinbetriebe von Jahrzehnt zu Jahrzehnt immer deutlicher — aussagen wollen, so müssen wir das Hauptgewicht auf die Erfüllung der stillschweigend erhobenen Forderung legen,

[67]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 187 r.
[68]) ZfoO, Bd. 8 (1920), S. 83.
[69]) ZfoO, Bd. 8 (1920), S. 39/40.
[70]) ZfoO, Bd. 2 (1914/5), S. 11/2.

Digitized by Google

für das geringste Geld den Großhandel mit einer erträglich festsitzenden und wenn auch nicht guten, so doch brauchbaren Brille zu versehen. Mit dieser tatsächlich wohl allgemein anerkannten Aufgabe stehen nun die Meisterstücke in gar keinem Zusammenhange: doch vielleicht hielt man an dieser von alters her übernommenen Meisterprüfung auch deshalb fest, um unliebsame Bewerber, denen man ja durch die Schärfung der Bedingungen [71]) ganz allgemein den Zugang erschwerte, noch leichter unter einem Schein des Rechts fernzuhalten.

Doch auch solche unbilligen Zunftbräuche konnten die Erfindungsgabe unter den Nürnberger Brillenmachern nicht austilgen, man möchte nur wünschen, ihr wäre das Ziel weiter und schwieriger gesteckt worden. Die nunmehr vorzutragende Kenntnis beruht zu einem guten Teil auf den Aktenforschungen *A. v. Pflugks* [72]), ohne die man sich auf die geringen, hier natürlich ebenfalls zu verwertenden Angaben der Nürnberger Ratserlasse beschränkt sehen würde. Danach scheint man um 1616 in Nürnberg dazu übergegangen zu sein, Messingbrillen herzustellen; doch kann man vorderhand nicht sagen, ob hier ein Zusammenhang zwischen dieser Neuerung und den oben erwähnten Nürnberger (?) Metallbrillen aus der Ambraser Sammlung besteht. Das jetzige Verfahren war ungemein grob: der Messingdraht wurde aus freier Hand mit dem Hammer breitgeschlagen und mit einer Nut zur Aufnahme der Brillengläser versehen; wie aber die Gläser eingebracht wurden, ist uns unbekannt. Die Abbildung, die man dem 1640 zum Meister gesprochenen *Hans Ubel* verdankt, kann eine Metallbrille darstellen, sieht aber einer Lederbrille ähnlicher, und man vermag ihr keinen Anhalt für die Einbringung der Gläser in Messingfassungen zu entnehmen. Der Grund, hier überhaupt an eine Metallfassung zu denken, liegt in dem Vorhandensein einer solchen Abbildung an sich.

Es sieht nämlich so aus, als habe man die alte Verordnung von 1561, wonach das persönliche Zeichen des Meisters auf der Brille anzubringen sei — den Nürnberger halben Adler hatte man ja schon 1588 vorübergehend wieder eingezogen —, bei den neuen Messingbrillen zunächst überhaupt nicht auszuführen verstanden. Und da mag die Weiterbildung der alten Handwerksbetriebe zu kleinen Manufakturen den Anlaß zu einer zeitgemäßen Abänderung gegeben haben.

Während nämlich 1583 in einem Nürnberger Ratserlaß als Verkaufseinheit das Dutzend Brillen auftritt, hat sich in der Zwischenzeit bis zu dem nächsten, bestimmte Preise angebenden Ratserlaß von 1675 eine neue Einheit, die Lade Brillen, im Handel durchgesetzt. Es handelt sich dabei, wie namentlich von *R. Greeff* [73]) zuerst vertreten wurde, um kleine, roh aus Holz zusammengeleimte Kästchen, in denen wohl meist 8 metallene Klemmbrillen, je für sich eingewickelt, verpackt waren. Diese Sitte mag, so muß man heute mit *A. v. Pflugk* schließen, nach 1640 schon so weit verbreitet gewesen sein, daß der Brillenmachermeister für die Schilder zu den einzelnen Laden und für die Hüllpapiere der Einzelbrillen einen Holzstock schneiden ließ, womit jene verschieden großen Papierstücke bedruckt wurden. Der ziemlich grob gehaltene Holzschnitt enthielt den Namen und das Zeichen des Meisters sowie eine Klemmbrille, von zwei Greifen gehalten. Später wurde der Kupferstich statt des Holzschnittes beliebter, ohne daß aber die Darstellungen schöner geworden wären. Auf den späteren Werbestichen dieser Art erscheinen gelegentlich auch andere Waren, Fernngläser, Auszugfernrohre und Handfernröhrchen; ja man kann aus einer Arbeit *A. v. Pflugks* [74]) erkennen, daß ein betriebsamer Meister *Paulus Belgrad* (tätig zwischen 1744 und 1784) zwei solche Werbestiche hatte, einen mit dem Meisterzeichen und dem richtig geschriebenen Namen, dem Nürnberger Wappen und der Ortsbezeichnung Nürnberg und einen anderen mit den beiden Greifen, einer großen Menge Waren, einem absichtlich mißverstandlich geschriebenen Namen, dem Meisterzeichen und ohne Ortsangabe. Es ist mir kaum zweifelhaft, daß die beiden Greifen, wenn nicht überhaupt zur Beglückung des Auslandes erfunden, so doch jedenfalls bald danach diesem edlen Zwecke dienstbar gemacht wurden. Solche Werbeschilder hat *A. v. Pflugk* in unermüdlicher Arbeit gegen 200 zusammengebracht.

Wendet man sich nun zu den Metallbrillen der Nürnberger Manufakturen zurück, so ist der 1675 mitgeteilte Preis schon sehr niedrig (6½ Pf.) [75]) gewesen, man erkennt also ganz deutlich aus der Preisstellung, was ja schon aus den Schildern für die einzelnen Laden hervorging, daß es sich um Massenwaren handelte. Wohl bald paßte man ein schon bekanntes Gerät zum Metalldrücken, das als Plättmühle bezeichnet wurde — für die Erfindung der ursprünglichen Plättmühle werden verschiedene Zeiten, als späteste das Jahr 1641, angegeben —, dem besonderen Bedürfnis der Nürnberger Brillenmacher an, so daß der von den Scheibenziehern bezogene runde Draht die Plättmühle flach gepreßt und genutet verließ. Zunächst handelte es sich also auch bei dieser Verbesserung der Brillenerzeugung um glatten Draht zur Brillenfassung, aus dem man in der bekannten Weise durch Umwickeln mit Bindedraht in bequemer, billiger und ausreichend haltbarer Weise eine am Arbeitstisch ganz brauchbare Klemmbrille herstellte. Wie *A. v. Pflugk* (357) mitteilt, hat man das Messing bald durch Metalle ersetzt, die für kurze Zeit glänzend gemacht werden konnten; zunächst durch den goldglänzenden Ciment, dann durch den kurze Zeit wie versilbert aussehenden leonischen Draht und noch später in dem immer hemmungsloser werdenden Hasten, andere zu unterbieten, wohl [76]) nur noch durch eine besonders billige Art der Versilberung.

Hier sei die Fortführung dieser Schilderung für kurze Zeit unterbrochen, um einen Blick auf das Regensburger Gewerbe zu werfen, von dem sich wenigstens eine einzelne wichtige Urkunde aus dieser Zeit, genauer von 1686 [77]), erhalten hat. Es handelt sich um den einem Schleiferlehrling ausgestellten Lehrbrief, aus dessen Wortlaut man schließen kann, daß die alte Regensburger Ordnung damals noch ehrlich beachtet wurde. Nach späteren Nachrichten über den ausbildenden *V. Dörffler* mag man annehmen, daß die freiere Verfassung der Regensburger Zunftgenossen ihnen noch einen Stolz auf die Güte ihrer Waren gelassen hatte, so daß sie die verderbliche Nürnberger Forderung des Absatzes um jeden Preis nicht auch ihrerseits erhoben haben werden. Im übrigen hören wir vom Regensburger Brillengewerbe im 18. Jahrhundert nichts weiter, und wir können die von *A. v. Pflugk* (357) aus dieser Zeit mitgeteilte Klage der Nürnberger Meister über schädigenden Regensburger Wettbewerb nicht bestätigen, freilich auch nicht widerlegen.

Der hauptsächlichste Wettbewerb, und er hat erst gleichzeitig mit dem Nürnberger Brillengewerbe sein ebenso unrühmliches Ende gefunden, entwickelte sich in dem benachbarten Fürth. Das Nürnberger Brillenhandwerk mag trotz alledem für die Meister nicht uneinträglich gewesen sein, jedenfalls wird ein entsprechender Betrieb [78]) um 1710 in dem benachbarten Fürth von den Gebrüdern *Günert* und *Johann Erhard May* neu begründet.

[71]) Dadurch waren die Angehörigen des einzelnen Meisters — CZ 1922, Bd. 43, 187 unter 1672 = XXXI — anscheinend nicht in gleicher Weise betroffen. Und nach der Regensburger Ordnung — DOW, Bd. 8 (1922), S. 23 r — wurde dort den Söhnen von Meistern und den in Meisterfamilien einheiratenden Gesellen der Verwandtschaftsgrad wie die halbe Lehrzeit angerechnet. Ähnliches wird in Nürnberg vermutlich erst recht gegolten haben, und all' das, was sicher belegt ist, läßt auf keine besondere Höhe des Verantwortungsgefühls in den Meisterversammlungen schließen.

[72]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 356/8.

[73]) Arch.f.Aughlkde, Bd. 72 (1912), S. 206/12.

[74]) ZfoO, Bd. 1 (1913/4), S. 106/10.

[75]) CZ, Bd. 43 (1922), S. 226.

[76]) ZfoO, Bd. 3 (1915/6), S. 78 oben.

[77]) ZfoO, Bd. 9 (1921), S. 69/72.

[78]) ZfoO, Bd. 3 (1915/6), S. 75.

Digitized by Google

Eine Stammtafel der drei wichtigsten Fürther Häuser, nämlich des aus dem *May*schen hervorgegangenen *Schröder*schen, des von *J. Schwarz* und des von *Johann Nikolaus Weiz*, findet sich an einer nicht allzu schwierig zugänglichen Stelle in der Zft.D.Ges.Mech. u. Opt. 1917, S. 86/7. Zweifellos sind die Angaben lückenhaft, aber bei dem merkwürdigen Mangel an Teilnahme, den die Fürther Ortsforschung bisher im Hinblick auf die heimische Brillenerzeugung gezeigt hat, wird man sich damit vorläufig wohl begnügen müssen. Aus der in diesen Abschnitt fallenden Zeit sind die Nachrichten ebenfalls sehr dürftig und zunächst im wesentlichen Sammlungsstücken entnommen.

Es sieht indessen so aus, als habe sich um das Ende des 18. Jahrhunderts auch in Nürnberg eine Änderung insofern eingestellt, als sich neben den alten Manufakturenінhabern mindestens ein neues Unternehmen nachweisen läßt, dessen Inhaber *Joh. Chr. W. Rose* (* 1769. † ?) als „Mechanicus und Opticus" bezeichnet wird. So erscheint er nämlich auf einem von *C. W. Bock* stammenden Stiche, dessen Kenntnis ich Herrn *O. Prelinger* verdanke. Seine Waren — er scheint in enger Geschäftsbeziehung zu dem alten Fürther Hause des *Nik. Waitz* (Weiz) gestanden zu haben — sind [79]) durch eine Preisliste bekannt geworden, die sich in dem auf S. 166 der gleichen Quelle angeführten Aktenstücke vom Jahre 1800 findet. Vielleicht stammen von *Rose* die nicht allzu billig angesetzten Brenngläser mit 4 bis 10 cm freiem Durchmesser und die zusammengesetzten Mikroskope, die er im Gegensatz damit zu ungemein niedrigen Preisen anbot. In der großen *Pflugk*schen Liste der Nürnberger Brillenmacher-Meisterzeichen und der zugehörigen Meisternamen ist ein *Rose* nicht zu finden, obwohl sein Geschäft von ihm im letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts geleitet worden sein wird, einer Zeit, aus der eine verhältnismäßig gute Kenntnis der Nürnberger Brillenmacher-Meister überliefert ist. Es ist also wohl möglich, daß wir es hier mit einem auch mechanisch etwas besser geschulten Handwerksmeister zu tun haben, der durch die Verbindung mit einem Fürther Brillenmacher besser auf seine Kosten zu kommen hoffte.

Daß in Fürth die Nürnberger Werbestiche nachgeahmt wurden, belegt *E. Klein* [80]) durch die Abbildung einer Fürther Lade. Ihr Schild trägt die Inschrift *Joh. Hieronymus Schneider, Johann Erhardt May seel. Erb.* Die bekannten zwei Greifen halten über zwei Rosen eine an den Innenrändern bewickelte Drahtbrille mit der Anpreisung: Extra feine mit Fasseten. Zwischen den beiden Gläsern schwebt ein wohl in einem andern Maßstabe gezeichnetes, langgestieltes Einglas zum Vorhalten. Seine Ausführung macht einen etwas sorgfältigeren Eindruck; der Stiel scheint auf der Drehbank hergestellt zu sein. Unter diesen beiden Warenstücken und zwischen beiden Rosen befindet sich ein Schildchen mit einem laufenden Roß. Es mag sich um das gleiche Zeichen handeln, dessen Vorkommen sogar in Nürnberg an einer zweiten Stelle bereits [81]) Anstoß gegeben und einen Erklärungsversuch gezeitigt hatte.

Im Jahre 1730 erfanden nach *A. v. Pflugk*, Arch.f. Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 356, die Nürnberger Brillenmacher *Hartmann* und *Steinmetz* eine insofern verbesserte Plättmühle, als sie dabei eine Namen- oder Musierwelle verwandten. Diese verbreiterte und nutete nicht allein den rund eingeführten Draht, sondern prägte ihm auch eine längere Inschrift auf, die den Meisternamen und das Meisterzeichen, die Ortsangabe Nürnberg mit der Andeutung des Stadtwappens und häufig sogar auch die Handelsbezeichnung der Brillen trug. Diese Musierwelle ist, wie ein ganz wichtiger Brillenfund in einem englischen Sarge nach TYO [46] lehrt, schon frühzeitig in Fürth verwandt worden, läßt sich auch später dort nachweisen und tritt, worauf noch weiter unten hinzudeuten sein wird, auch anderswo auf, beispielsweise in dem München des 18. Jahrhunderts. Die eingehendste Bearbeitung der Verhältnisse im Nürnberger und im Fürther Brillenhandel konnte nur unter Benutzung der *Pflugk*schen Sammlung sowie mit des Besitzers Beteiligung [82]) geschrieben werden. Sie bezieht sich auf die zweite Hälfte, vielleicht sogar auf das letzte Viertel des 18. Jahrhunderts und läßt die greuliche Verwilderung der Herstellung erkennen. Daß man zur Anpreisung der geradezu verschleuderten Waren erlogene fremdländische Bezeichnungen — „Brillen mit London oder feine Englische Kristallbrillen" — verwandte, nimmt kaum wunder: hatten doch *Paulus Belgrad* und andere dunkle Ehrenmänner schon früher den Weg dahin gewiesen. Besonders groß war die Liederlichkeit beim Schliff und beim Polieren der Brillengläser. Wenn der einzelne Arbeiter auf einmal 12 bis 15 Brillengläser an Holzheften auf der feststehenden Schale umzutreiben hatte, so wird man an der fertigen Ware überhaupt keine Sorgfalt erwarten können. Die Schleiftätigkeit galt als sehr ungesund; arme Leute schliffen in „Glasstuben"; die Insassen von Zucht- und Arbeitshäusern wurden ebenfalls in einem nicht verschwindenden Maße zum Brillenschleifen herangezogen. — Die Preise sind auf einen ganz erbärmlichen Tiefstand gedrückt; es werden Großhändlerpreise mitgeteilt, wo die einzelne gewöhnliche Brille etwa $2^2/_3$ Pf. unseres Geldes kostete. In den Geschäftsgewohnheiten ist nunmehr gegen die Zeit vor etwa hundert Jahren die Änderung zu bemerken, daß zwar gewöhnliche Brillen nach dem Hundert Laden als Einheit berechnet werden; für kleinere Aufträge wird die Anzahl der Laden angegeben, die man für einen Reichstaler erhält. Für feinere Stücke bleibt es bei dem alten Dutzendpreise, und man hat Einzelstücke zu erstehen, wenn es sich um seltenere Aufträge, etwa Schutz-, Fern- und Starbrillen handelt. Daß man in Fürth gelegentlich auch Nürnberger Meisterzeichen nachahmte, hat sich oben belegen lassen, wenn für diesen Verdacht ein Beweis überhaupt gefordert werden sollte.

Eine ganz besonders tadelnswerte Übung scheint sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zu Fürth bei der Formgebung von Brillengläsern eingenistet zu haben, indem dort ganz besonders billige Brillen nicht geschliffen sondern gegossen (genauer wohl: in heißem Zustande gepreßt) wurden. Man verkaufte sie dann unter falschem Zeichen [83]). Diese aus dem Beginn der 70er Jahre stammende Nachricht ist dem sehr zuverlässigen Bericht entnommen, den der preußische Kriegsrat *Trummer* seinem König abgestattet hat. Man kann hiermit wohl eine 1824 von dem Londoner Brillenkundigen *W. Kitchiner* (120) veröffentlichte Mitteilung verbinden, wonach solche Gläser zu Zeiten des Londoner Optikers *S. Pierce* (er lebte allem Anscheine nach in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts) auch nach England, und zwar aus Holland, eingeführt worden seien. Ihre Form hätten sie nach starker Erhitzung durch Pressen in einem scherenartigen Gerät erhalten; sie seien zu jener Zeit in Frankreich und Deutschland sehr verbreitet gewesen. Natürlich kann man an verschiedenen Orten dieses edle Gewerbe betrieben haben; mit der *Trummer*schen örtlich bestimmten Angabe verbunden, wird man Fürth wohl als daran beteiligt annehmen müssen. Ob sich solche gepreßten Linsen in einer Brillensammlung erhalten haben, ist mir nicht bekannt, doch sollte man darauf acht geben. Neuere Forschungen nach ZfoO, Bd. 14 (1926), S. 65 haben, wie es die nachstehende Abbildung 19 zeigt, eine zweckmäßig entwickelte Form der Schöpfzange mit auswechselbaren Backen schon für das Jahr 1716 nachweisen können.

Es sieht so aus, als wenn die Fürther Brillenerzeugung schon gegen den Ausgang des 18. Jahrhunderts die Nürnberger überholt habe, was im 19. Jahrhundert ganz bestimmt geschehen ist. Und man versteht weiter sehr wohl, wie dieser auf unserm Gebiete in Oberdeutschland getriebene Raubbau den eigentlich handwerksmäßigen Be-

[79]) CZ, Bd. 38 (1917), S. 145.
[80]) CZ, Bd. 35 (1914), S. 372.
[81]) CZ, Bd. 44 (1923), S. 135.
[82]) CZ, Bd. 44 (1923), S. 123/4, 134/5.
[83]) ZfoO, Bd. 3 (1915/6), S. 76.

Digitized by Google

trieben das Wasser abgegraben hat. Daß die oberdeutschen Manufakturen das Ausland beliefert haben, ist ganz sicher, und in der Zft.D.Ges.f.Mech.u.Opt. (1917), S. 88, sind für einige Fürther Betriebe die Absatzländer angegeben worden. Sowohl der Norden als auch der Süden Europas waren beteiligt, doch werden — mindestens in England — besonders die ärmeren Schichten beliefert worden sein. Für den skandinavischen Norden gibt es [84]) eine gute Bestätigung gerade für die Einfuhr aus Fürth, und der ebenfalls aus Fürth stammenden, in England wieder aufgefundenen Klemmbrille ist bereits auf S. 46 gedacht worden. Irgendwie guter Schliff ist natürlich für diese Brillengläser nicht anzunehmen.

Jedenfalls ist es ein ganz trübes Bild, das man sich nach den alten Kaufmannspapieren entwerfen muß. Man glaubt überhaupt nicht mehr an die Fähigkeit der oberdeutschen Manufakturen, sich noch einmal emporzuraffen, und in der Tat sind sie im nächsten Abschnitt nur noch in ihrem Absterben zu schildern.

ist der Meinung, daß man mit den geschraubten Brillen auch den Preis verminderte, da man vermutlich die kurzen Fischbeinstreifen als Abfall aus den damaligen Korsett-Manufakturen bezog.

Wenn die Überlieferung die Herstellung von Ohrenbrillen zu Fürth mit dem Jahre 1792 [87]) beginnen läßt, so wird die Herstellung solcher Waren durch die *Pflugk*schen Quellen [88]) belegt, denn dort werden stählerne Brillen bei *Galster* in Fürth erwähnt, und die teuren, im Einzelverkauf abgesetzten Starbrillen der Nürnberger Meisterwitwe *Belgrad* werden wohl ebenfalls ein stählernes Gestell gehabt haben (führte sie doch auch silberne und weiße Brillenränder), und ein Gleiches möchte man von den Fernbrillen der Fürther Meisterwitwe *Winter* annehmen; Windgläser (sind das die alten Bindbrillen?) werden ebenfalls zu ziemlich hohen Preisen angeboten. Alles das läßt sich als ein Zeichen dafür ansehen, daß die Herstellung der Ohrenbrillen zu Fürth um das Ende des 18. Jahrhunderts noch nicht sehr verbreitet war; die schreckliche

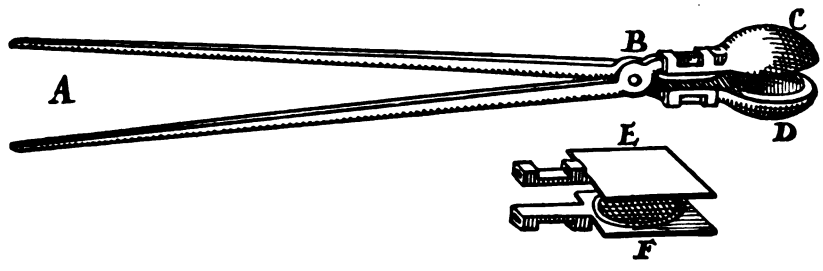


Abb. 19. Eine Schöpfzange mit zwei stark verschiedenen Sätzen von Backen zu zweckmäßiger Vorformung gewölbter und flacher Linsen aus dem Jahre 1716

Auch Brillen anderer Art werden übrigens in jener Arbeit [85]) erwähnt, nämlich „Brillen in Fischbein; geschraubte Bogen- und Fischbeinbrillen". Die erstgenannten — sie sind nach *K. Stegmann* deutlicher als Klemmbrillen mit Fischbeinbogen zu bezeichnen — werden uns unter den Sammlungsstücken noch begegnen; sie waren ganz nach Art der Drahtbrillen aus einem Stück Fischbein gewickelt und durch Bindedraht zusammengehalten. Sie scheinen — nach unseren Stücken zu schließen — leicht im Laufe der Zeit ihre Federkraft verloren zu haben, auch wo man dem Fischbeinbügel durch metallene Klammern eine größere Widerstandfähigkeit zu verleihen gesucht hatte. Diese Mißstände werden sich nicht haben übersehen lassen, da sie sich auch den sonst gewiß urteilslosen Käufern aufgedrängt haben müssen. Man muß daher wohl die geschraubten Bogen- und Fischbeinbrillen als eine Verbesserung der einfacheren Fischbeinbrillen ansehen. Hier unterscheidet *K. Stegmann* Messingfedern mit guter von Weißmetallfedern mit schlechter Federung. Glücklicherweise vermochte uns *A. v. Pflugk* eine sehr belehrende Auskunft eben darüber mitzuteilen. Er sagt in seiner Arbeit über die Meisterzeichen (auf S. 351), daß er in den Nürnberger Akten des großen Prozesses von 1793 zwischen den Scheibenziehern und den Brillenmachern als eine Beilage gerade solch eine Brille gefunden habe, wie sie früher [86]) abgebildet worden sei. Es handelt sich dabei mit Bestimmtheit um eine „geschraubte Bogen- und Fischbeinbrille". Dazu mag bemerkt werden, daß dieser neue Werkstoff für die Fassungen hier (also vor 1793, im allgemeinen wohl im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts) in den Manufakturen Nürnbergs zuerst auftritt, daß er aber an anderer Stelle anscheinend viel früher verwandt wurde und also dort auch noch einmal besprochen werden soll. Hervorgehoben sei noch, daß wir hier zum ersten Male eine Verschiedenheit des Werkstoffes für den Bügel und für die eigentlichen Fassungen an der Klemmbrille bemerken. *K. Stegmann* Preisdrückung war also wohl noch nicht erreicht, die wir später auch in diesen Waren vorfinden.

Wendet man sich nun den sicherlich sehr bedeutenden Manufakturen in Venedig zu, so ist von unmittelbarer Nachricht nur wenig auf uns gekommen, zum weitaus größten Teile beruht unsere Kenntnis auf dem Ruf, den diese Erzeugnisse auch in Deutschland hatten, und den man hier und da in deutschen Schriften des 18. Jahrhunderts wiedergegeben findet. Daß die Einfuhr venezianischer Brillen nach Oberdeutschland ungeachtet der starken heimischen Erzeugung weiterbestand, läßt sich nicht bestreiten, schon 1699 wird davon [89]) aus Wien berichtet. Übrigens waren sie auch im Ausland verbreitet; so wurden z. B. von *H. Breintnall* 1756 in Boston neben anderen Augengläsern echte venezianische grüne Lichtschutzbrillen verschiedener Art angezeigt, die über England eingeführt worden waren. Für den Verlauf des späteren 18. Jahrhunderts kann der *Krünitz*schen Enzyklopädie von 1784 entnommen werden, daß die venezianischen Brillen in Deutschland für die besten galten. Bestätigt wird das durch die Angabe in CZ, 1923, Bd. 44, 124 l, daß feine italienische Hornbrillen im Großhandel etwa viermal so hoch standen als das entsprechende Fürther Erzeugnis. Will man dafür den Grund angeben, so möchte man auf die ältere Vermutung (S. 35) zurückgehen, daß vielleicht die optische Vollendung der venezianischen Gläser entsprechend höher gewesen ist. Daß man damals in Venedig die Brillen für die Ausfuhr in Horn gefaßt habe, wird man sich merken müssen. Was die Herstellung der Flächen angeht, so gibt vielleicht ein von *Fr. del Pedro* stammender Kupferstich nach einem Gemälde von *Fr. Magiotto* Auskunft, der auf diese Zeit zu verlegen ist. Es sieht so aus, als sei dort damals — möglicherweise unter englischem Einfluß — eine Art der Bearbeitung zahlreicher Flächen auf ein und demselben Körper üblich gewesen. Näheres wird dazu im nächsten Abschnitt anzugeben sein, wo sichere Nachrichten über ein derartiges

[84]) ZfoO, Bd. 7 (1919), S. 68/9.
[85]) CZ, Bd. 44 (1923), S. 123 l.
[86]) CZ, Bd. 41 (1920), S. 419, Abb. 10.
[87]) ZfoO, Bd. 3 (1915/6), S. 75.
[88]) CZ, Bd. 44 (1923), S. 134 r.
[89]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 110.

Digitized by Google

Verfahren vorliegen. Sehr bedauerlich ist es, daß bis jetzt derartige „feine italienische Hornbrillen" aus keiner Sammlung bekannt geworden sind; im andern Falle würde man die hier vertretene Annahme, die venezianischen Manufakturen hätten den grauenhaften Verfall der oberdeutschen Schleifverfahren nicht mitgemacht, zu einer Gewißheit erheben können.

Diesen alt begründeten Stätten der Brillenherstellung in Massen suchte *Friedrich der Große* und sein Nachfolger (in den Jahren von 1772 bis 1790) in Preußen eine neue an die Seite zu stellen, der einige Worte gewidmet werden müssen. Einzelheiten dazu finden sich an verschiedenen Stellen[90]). Es handelt sich um den Nürnberger Fachmann *Hieronymus Mayer*, der in Frankfurt a. O. angesiedelt wurde, aber trotz seinen gewaltigen Versprechungen keine befriedigenden Leistungen zustande brachte. Nach dem Bericht eines Berliner Optikermeisters — wir dürfen bei ihm bestimmt keine Vorliebe für den Manufakturenbesitzer annehmen — vom Jahre 1783 sind die Waren an sich gut gewesen, konnten aber, vielleicht weil sie etwas teurer waren, gegen den Wettbewerb von Nürnberg und Fürth nicht aufkommen.

Alle diese Brillenmanufakturen nun standen zu den einzelnen Brillenträgern in keiner unmittelbaren Beziehung; diese fiel vielmehr den Mittelsmännern zu, die zum Teil festansässige Kaufleute, zum Teil aber auch, wie in den vorhergehenden Jahrhunderten, herumziehende Händler waren. Man kann wohl annehmen, daß die Vertreter beider Gruppen in der Regel sehr wenig von der Brillenlehre verstanden, und daher blieben die Manufakturen verständlicherweise bei der durch Jahrhunderte erprobten Art, die Alterszahlen des Brillenträgers den Gläsern aufzuritzen. Die von Brillenkundigen dafür angegebenen Regeln finden sich[91]) vergleichend zusammengestellt, und man kann für das Nürnberg-Fürther Gewerbe noch auf *E. Klein*[92]) verweisen. Beispiele für die Alterszahlen auf Brillengläsern wird eine jede einigermaßen umfangreiche Brillensammlung liefern.

Die Entwicklung des Brillenoptikers seit dem ersten Viertel des 17. Jahrhunderts.

Geht man nun in dem Bericht auf den Anfang des 17. Jahrhunderts zurück, wo wir die Behandlung der großen Manufakturen begonnen und weitergeführt haben, so wenden wir uns zunächst wieder der ganz allgemeinen Behandlung der optischen Liebhaber zu, die mit den Verfahren der Brillenmanufakturen durchaus unzufrieden waren. Es ist verständlich, daß diese abfällige Beurteilung das ganze Brillengewerbe in Mißachtung brachte,

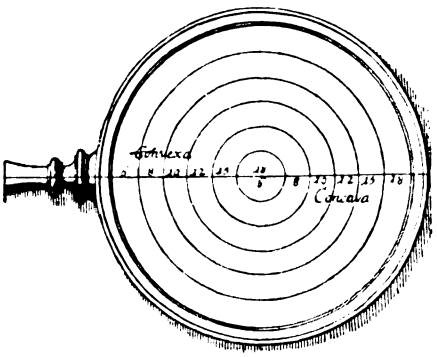


Abb. 20. Eine *Hertel*sche Zonen-Doppellinse (1716). Auf *J. Zahns* Vorschlage aus dem Jahre 1686

und leider hat man mit den schlechten Auswüchsen in der Leitung der alten Fabriken auch ihre wertvollen durch Jahrhunderte hindurch erprobten Erfahrungen verworfen. So kam es, daß der viel versprechende Anfang einer Bezifferung nach der Wirkung, wie etwa bei *Th. Garzoni* auf S. 39 geschildert, verworfen wurde, und daß man schon sehr früh — unsere italienische Quelle geht auf *H. Sirturus* und das Jahr 1618 zurück — allgemein zu der unglücklichen Benennung der Linsen unmittelbar nach der Länge des Schleifradius, anstatt nach seinem Kehrwert, überging. Ferner vergaß man die weitere Erfahrung der alten Betriebe, wonach die mit einer Planfläche versehenen Brillengläser in der richtigen Stellung — bei sammelnden mit der Kugelfläche nach außen, bei zerstreuenden nach innen — bessere Bilder lieferten, und man scheint sich schon bald danach auf die gleichseitigen Formen beschränkt zu haben. Statt der Alterszahl begann man wohl gelegentlich schon ziemlich früh den Schleifradius in Zollen einzukratzen, und es ist wohl möglich, daß bereits schon um den Ausgang des 18. Jahrhunderts gelegentlich die alte und die neue Bezeichnungsweise für Brillengläser nebeneinander vorkamen: die Nürnberger Betriebe haben sich aber wohl, wie bereits bemerkt, ihrer Mittelsmänner wegen ausschließlich der alten Bezeichnung nach Lebensaltern bedient. Wie wir schon oben andeuteten, war das Leben der Alterszahl doch überhaupt noch so stark, daß selbst ein neuer und gut geleiteter Betrieb wie der des Pariser Meisters *M. Thomin* in der Mitte des 18. Jahrhunderts von alten und jungen Gläsern spricht.

Wenn über solche Einzelheiten der Stellungnahme zu den verachteten Massenbetrieben die gelehrten und die vornehmen Liebhaber der Optik auch in allen Ländern einig waren, so schlägt die Entwicklung doch in den verschiedenen einzelnen Staaten oder Sprachgebieten ganz verschiedene Wege ein, so daß es zu einer übersichtlichen Schilderung des in den beiden Jahrhunderten erreichten Fortschritts notwendig ist, die Entwicklung der sorgfältig arbeitenden Einzelbetriebe in den einzelnen Ländern oder Sprachgebieten für sich zu verfolgen.

Die Feinoptik im deutschen Sprachgebiete.

Leider war Deutschland von der gewerbsmäßigen Herstellung größerer Fernrohre für den Gebrauch auf der See und zur Himmelsforschung bei der unglücklichen Zeitlage nach dem Dreißigjährigen Kriege so ziemlich ausgeschlossen.

Mindestens in der Darstellung der Leistungen standen dort die Vertreter der verschiedenen geistlichen Orden bis in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts hinein an erster Stelle. Büchern, wie denen von *Chr. Scheiner, (A. M.) v. Schyrle, A. Kircher, Z. Traber* und dem nicht besonders gründlichen, wohl aber am weitesten verbreiteten von *J. Zahn*, hatte die weltliche Wissenschaft Deutschlands auf unserm Gebiete, von den beiden älteren Meisterwerken *J. Keplers* abgesehen, nichts an die Seite zu setzen.

Ein gutes Zeichen für die von geistlichen Optikern ausgehenden Anregungen liefern[93]) *J. Zahns* Gürtellinsen, die auf bequeme Weise je ein ganzes Besteck von 6 Probierlinsen ersetzen sollten. Schon 1716 hat, wie an der gleichen Stelle berichtet wurde, *Chr. G. Hertel*, ein einigermaßen optisch vorgebildeter Wissenschafter, den weiteren Fortschritt gemacht, die beiden *Zahn*schen Gürtellinsen je durch einen Achsenschnitt zu zweiteilen und je zwei ungleichnamige Halblinsen durch den Fassungsrand zusammenzuhalten, Abb. 20; natürlich bleibt er dabei von dem *Zahn*schen Gedanken der Gürtellinse abhängig.

Ein weltlicher Optikerstand hat sich im 17. Jahrhundert zwar auch in unserm Vaterlande zu begründen begonnen — und man mag die Regensburger Meister von S. 45 trotz ihrer alten Geschichte vielleicht besser hierzu rechnen —, aber das ging um so zögernder vonstatten, weil die altbegründeten Massenbetriebe Oberdeutschlands einer Blüte des Standes der Einzeloptiker sehr stark entgegenwirken mußten.

[90]) s. z. B. ZfoO, Bd. 3 (1915/6), S. 73/9; OR, Bd. 16 (1925), S. 35.

[91]) Zft.f.Aughlkde, Bd. 40 (1918), S. 63/5.

[92]) CZ, Bd. 35 (1914), S. 363/4, 372/3.

[93]) ZfoO, Bd. 4 (1916), S. 87.

Digitized by Google

Als sich nun im Anschluß an die geistlichen Optiker weltliche in größerer Zahl entwickelten, die von ihren Lehrmeistern die Sorgfalt in der Ausführung der Flächen übernahmen, da ist diese Entwicklung in Deutschland wohl nicht gerade viel später eingetreten als im Auslande, hat aber anderseits keine besondere Lebenskraft gezeigt.

Den heutigen Namen Optiker müssen wir in dieser Zeit entstanden annehmen, und zwar finden wir das lateinische Wort opticus TYO (60) als den Hoftitel eines gelehrten Liebhabers bereits um das Jahr 1635 in Berlin und 10 Jahre später in Augsburg, hier schon für ausübende Gewerbsmänner. Im Auslande, mindestens in England und Frankreich, wo die soeben erwähnte, besonders verderbliche Einwirkung der süddeutschen Schleuderbetriebe nicht merkbar war, haben sich diese weltlichen Optiker merklich rascher entwickelt, bot ihnen doch das Bestehen einer reichen und großen Hauptstadt mit den anregenden Wirkungen der Gelehrtenkreise einen viel günstigeren Boden, wie noch im einzelnen zu zeigen sein wird. In Deutschland wird man hierher wohl nur die Ausbildung eines besonderen Nebenbetriebes, der Perspektivmacher, rechnen können. Sie werden sich wahrscheinlich TYO (61) vom Jahre 1680 ab an verschiedenen Stellen, namentlich in den Landeshauptstädten, unter der Einwirkung der französischen Sitte entwickelt haben und bestehen, wie man namentlich aus *R. Görners* ansprechendem Bericht[94]) weiß, jedenfalls um das Ende des 17. Jahrhunderts in anerkannter Wirksamkeit. Aber auch hier wird die Preisdrückung durch die optischen Betriebe Süddeutschlands — diese führten, wie wir bereits (S. 45) sahen, im 18. Jahrhundert auch Perspektive oder Handröhrchen gelegentlich auf ihren Hüllpapieren — den eigentlichen Handwerker oder „künstlichen" Optiker schwer geschädigt haben.

Sehr genau aber wissen wir zu dieser Zeit über die Brillenwaren des Brillenoptikers in unserm Vaterlande nicht Bescheid; sieht man sich das alte *Dobler*sche Preisverzeichnis[95]) von 1719 an, so findet man von den uns besonders angehenden Waren nur Ferngläser (das sind, wie bereits oben bemerkt, in der Regel zerstreuende Vorhaltegläser vor ein Auge), Stargläser und schließlich Vergrößerungsgläser, mit denen man einen Menschen auf 5000 Schritte (etwa 3,8 km) erkennen könne. Es handelt sich hier offenbar um die weiter oben (s. S. 41) besprochenen Perspektivgläser, die gerade zu der gleichen Zeit auch in England mindestens für Kurzsichtige von neuem empfohlen und Seefahrern zu wichtigen Bestimmungen vorgeschlagen wurden. Man möchte danach glauben, daß sich *J. M. Dobler* auf die Herstellung von eigentlichen Brillen gar nicht eingelassen habe. — Der nächste Vertreter der deutschen Optikerschaft, der Dresdener Hofoptiker *J. Fr. Meyen* um 1747, arbeitete schon unter etwas günstigeren Bedingungen auf diesem Gebiete, denn die inzwischen von England eingewanderte Schläfen- und Ohrenbrille wird von ihm auch in eigener Herstellung mit stählernem Gestell feilgehalten. Eine besonders große Erfindertätigkeit kann man von ihm hier aber auch nicht erwarten, da der kaufkräftige Teil seiner Kunden für diese Waren nicht besonders viel übrig gehabt haben wird: zu jener Zeit trug man eben in der guten Gesellschaft die Brille nur im Arbeitszimmer.

Für die Erfinderbegabung der „künstlichen" Optiker in den Landeshauptstädten Deutschlands kann man hier auf das von Frau *M. v. Pflugk* mit dankenswerter Gründlichkeit untersuchte und im Arch.f.Aughlkde, Bd. 91 (1922), S. 361/4, veröffentlichte Einglas der Malerin *A. D. Therbusch* hinweisen, das diese um die Mitte der 60er Jahre mehr als einmal dargestellt hat. Nach den Angaben der Entdeckerin handelt es sich um ein Arbeitsglas, das durch einen federnden, das Schädeldach oben umgreifenden Bügel dem beim Entwerfen verwandten Auge vorgehalten wurde, wogegen das andere, unbewaffnete jeweils die wiederzugebende Perspektive zu beobachten hatte. Zwei verschiedene Formen dieser ungewöhnlichen Augenhilfe im Abstande weniger Jahre lassen eben erkennen, daß sich die damaligen Brillenmeister auch in schwierigen Einzelfällen zu helfen wußten. Man kann mit Recht von einer ungewöhnlichen Augenhilfe sprechen, denn andere Künstler des Rokoko — wie etwa *Pesne, Chardin, Chodowiecki, Graff* — haben in der Ausübung ihres Berufs an der bekannten Schläfen- oder Ohrenbrille festgehalten. Auf die Beziehungen zu dem sogleich zu erwähnenden Leipziger Optiker dieser Zeit hat Frau *v. Pflugk* selber schon hingewiesen.

Von einem möglicherweise durch *Friedrichs des Großen* Versuch (s. S. 48) mit *H. Mayer* angeregten Unternehmen *Josephs II.* stammt die Einwanderung Fürther Gewerbsleute um 1780 nach Wien, um dort die Brillenerzeugung in Massen einzuführen[96]). Dieser Plan ist ebensowenig geglückt wie der preußische — Massenbetriebe ließen sich so einfach damals nicht verpflanzen —, doch hat er vermutlich zur Stärkung des in wenigen Jahren sehr beachtenswerten Wiener Brillengewerbes beigetragen. Eine solche Einwirkung wird man auch dann gelten lassen können, wenn die aus der Fürther Quelle stammende Behauptung einer ersten Einführung dieses Gewerbes nach Wien für eine Übertreibung ansieht. Künstliche Optiker wird es in dem 18. Jahrhundert jedenfalls auch in Wien gegeben haben, aber möglicherweise war diesen eine Anregung sehr dienlich. Daher gehört der vorliegende Bericht an diese Stelle und nicht nach Fürth.

Der Leipziger Optiker *Samuel Gottlieb Hofmann* hat, wie auch *A. v. Pflugk*[97]) hervorheben konnte, schon 1789 Scherenbrillen geführt, die nach dem gleichen Forscher in Deutschland zwischen 1750 und 1760 aufgetreten sein mögen. Man ist wohl berechtigt, sie als eine sonderlich deutsche Form von Augengläsern anzusehen, obwohl sie gelegentlich auch in andern Ländern vorkommen. Als Augenhilfe für Kurzsichtige waren sie in der Gesellschaft allenfalls gestattet. In seiner Preisliste von 1800 hat derselbe Künstler eine ganz reiche Auswahl auch von Brillen mit Ohrenbügeln in Stahl und Horn, Scherenbrillen mit sammelnden Gläsern und selbstverständlich einfache Vorhaltegläser für Kurzsichtige.

Ein süddeutscher Zeitgenosse von ihm war[98]) *J. P. Hirn*, zuerst in Mannheim, dann in München, bei dem man auch die Bedeutung des Baues von Handfernröhrchen hervorheben kann, wie sie sich in Süddeutschland noch bis in die Mitte des folgenden Jahrhunderts hinein erhalten haben. Dieser Handwerksmeister des ausgehenden 18. Jahrhunderts ist hier auch insofern von Bedeutung, als er mindestens für die Fassungen seiner Probiergläser Draht mit ausgezeichnet scharfer Prägung auf der Musierwelle verwandte. Im übrigen waren diese Fassungen in derselben Art hergestellt, wie man in jenen Stätten die Vorhalte- oder Ferngläser für ein Einzelauge durch Wicklung ausführte. Erhalten sind uns diese Stücke mit einem in der ZfoO, Bd. 13 (1925), S. 107, beschriebenen Probiergläserbesteck allem Anscheine nach von solcher Einrichtung, daß von dem Brillenbestimmer dem Prüflingsauge ein einzelnes Probierglas oder ein Paar solcher vorgehalten wurde. Unter den vorliegenden Linsen befinden sich merkwürdigerweise auch zwei Menisken mit dem Radienverhältnis 1 : 2, also ebenso tief durchgebogene Glasformen, wie sie 1804 und 1812 von *W. H. Wollaston* empfohlen wurden. Ob man es hier mit einer Anregung aus der Pariser Lehrzeit *Hirns* zu tun hat, ist gar nicht mehr zu entscheiden; wahrscheinlicher ist darauf aber wohl die Bezifferung der Wirkung einer Fläche durch eine aufgeritzte Längenmaßzahl (den Halb- oder den Durchmesser der Schleifschale) zurückzuführen. Die Genauigkeit dieser Bestimmung ist übrigens bei *Hirn* gar nicht groß, doch ist die Kugelform erträglich eingehalten.

[94]) DOW, Bd. 4 (1919), S. 59/60.
[95]) CZ, Bd. 8 (1887), S. 154.
[96]) ZfoO, Bd. 12 (1924), S. 55.
[97]) Ber. 42, Vers.D.Ophth.Ges.Heidelb. (1920), S. 319.
[98]) CZ, Bd. 41 (1920), S. 362.

Digitized by Google

Von besondern Brillenarten ist wohl der vom vorhergehenden Abschnitte bekannten Stirnfortsatzbrille zu gedenken, die hier in einer schließlich doch nicht lebensfähigen Erneuerung erscheint. In dem soeben erwähnten Preisbuch *S. G. Hofmanns* von 1800 werden diese Einrichtungen, unter den Hut zu stecken, als Schießbrillen angeboten und sollen wohl die alten, auf dem Büchsenschaft angebrachten Einzelgläser ersetzen. Aus der *Hofmann*schen Beschreibung kann man ersehen, daß am Gestell verschiedene Einstellmöglichkeiten vorgesehen worden waren, vermutlich, um beim Anschlag den Schützen der Achse entlang durch das Glas blicken zu lassen.

Was die Werkstoffe für die Brillen- und Einzelglasfassung angeht, so scheint im allgemeinen in Deutschland noch ziemlich große Einfachheit geherrscht zu haben, mindestens berichtet 1784 der schon öfters erwähnte Gewährsmann der *Krünitz*ischen Enzyklopädie — er hat seine Kunde freilich mittelbar oder unmittelbar dem Handelslexikon *Zinckes* von 1745 entnommen —, daß für die Fassung Metall, Elfenbein, Holz und Horn verwandt wurde; Holz ist bis jetzt in Deutschland nicht nachgewiesen worden, und die Gläser der erwähnten [99]) Birkenholz-Brille mögen wohl im Norden gefaßt worden sein; zunächst scheinen in Deutschland im allgemeinen für Ohrenbrillen die Stahlgestelle zu überwiegen, die, wie (S. 47) oben gezeigt, sogar auch schon in Fürth angefertigt wurden.

Wendet man sich mehr zu der Wertung der Brille, so fehlen auch in dem Deutschland des 18. Jahrhunderts die Ansätze zu einer mehr wissenschaftlichen Beschäftigung mit diesem Gebiet nicht völlig; von den eigentlichen Brillenmeistern ist wohl abzusehen; aber man wird hierher besonders die Gelehrten selbst oder die solchen nahestehenden Personen (*Hertel, Leutmann, Lambert, Sömmering* und schließlich *Kries* mit andern Übersetzern englischer Schriften und Aufsätze um den Ausgang des 18. Jahrhunderts) rechnen müssen. Die letztgenannten namentlich haben zweifellos das Ihre getan, die Gedanken des überlegen entwickelten englischen Handwerks den deutschen Gewerbsleuten näherzubringen, die ihrerseits verständlicherweise, den Wünschen und Anforderungen ihrer Kundschaft entsprechend, an sich viel mehr unter dem Einfluß der französischen Sitte standen. So wird man wohl annehmen können, und unser Bilderwissen bestätigt das auch, daß, wie schon berührt, allmählich die Ohrenbrille, in Deutschland meist aus Eisen gearbeitet, vordrang, allerdings aber, vorläufig wenigstens, meist auf den Gebrauch im Arbeitszimmer beschränkt blieb.

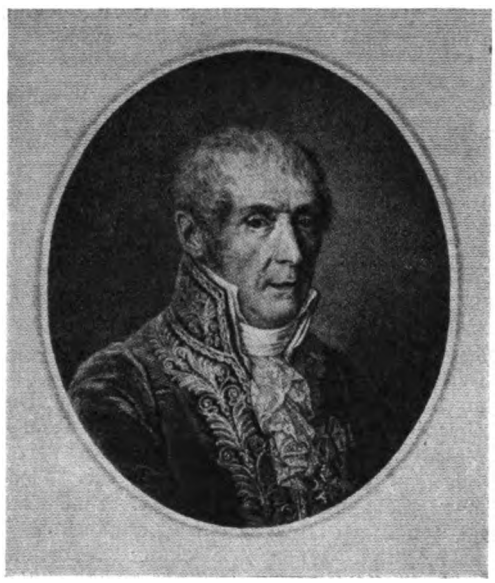
[99]) ZfoO, Bd. 7 (1919), S. 68.

Digitized by Google

ALESSANDRO VOLTA

Zur Gedenkfeier an seinen 100jährigen Todestag. Von Prof. Dr. Aldo Mieli, Rom

Am 5. März 1827 um 3 Uhr morgens starb *Alessandro Volta* in seiner Geburtsstadt Como, der große Physiker, dessen Ruhm die ganze Welt erfüllt hatte, und der nunmehr, seit mehreren Jahren, hochbetagt, von vielen kleinen Leiden abgebraucht und an Körper und Geist geschwächt, fast nur noch ein Überlebender war. Zum hundertsten Jahrestag seines Todes bereitet sich Como vor, seinen großen Sohn würdig zu feiern. Eine wichtige Ausstellung, die neuzeitliches Gepräge zeigt und alle Fortschritte der Elektrizitätstechnik umfaßt, wird in der prachtvollen Villa Olma (aus dem 18. Jahrhundert stammend), am Ufer des Sees, zugleich mit der Schau der gesamten technischen Seidenindustrie — ein alter Ruhmestitel der Larium-Stadt — eröffnet werden. Zahlreiche Kongresse und Zusammenkünfte von Gelehrten (ich erwähne nur den internationalen Kongreß der Elektrotechniker und den der Wissenschaftshistoriker Italiens) werden in der Vaterstadt *Plinius'* und *Voltas* die Gelehrten und Techniker der ganzen Welt versammeln, und allerseits wird die Erinnerung gefeiert werden an den großen Entdecker der „Säule". Aber nicht nur der „Säule"! Denn diese war nicht das Ergebnis eines glücklichen Zufalls, sondern das Endresultat eines tätigen und fruchtbaren, mehrere Dezennien dauernden Forscherlebens, das von vielfältigen und aufsehenerregenden Erfolgen besäet war. Es gereicht mir zur besonderen Freude, auf Einladung der Schriftleitung der „Beiträge" hin das Leben dieses Großen kurz zu beleuchten und auf die wichtigsten seiner mannigfaltigen Arbeiten hinzuweisen.



Alessandro Volta
geb. 18. Februar 1745 in Como, gest. 5. März 1827 in Como

Alessandro Volta wurde am 18. Februar 1745 geboren. Die Mär, die das Leben der Großen gern umschwebt, erzählt uns von ihm als einem stumpfsinnigen Kinde, das einer wahnsinnigen Amme übergeben worden war und erst mit sieben Jahren zu sprechen begann. Aber dieser Rückstand — welche Bewandtnis es auch damit haben möge — wurde sehr bald durch eine große Aufnahmefähigkeit und eine außergewöhnliche geistige Beweglichkeit wettgemacht. Der Junge, der zuerst in der städtischen Jesuitenschule und später im R. Seminario Benzi seine Studien verfolgt hatte und sich auch literarisch betätigte, indem er, dem damaligen Schulgebrauch folgend, Verse in seiner Muttersprache sowie lateinisch dichtete, begann sehr bald, sich an physikalischen Problemen zu begeistern.

Die statische Elektrizität hatte in jener Zeit nicht nur große Fortschritte gemacht, sondern auch Erfolge gezeitigt, die die große Masse in Erstaunen setzen mußten. Die sogenannte Leidener Flasche, eigentlich vom Prälaten *von Kleist* am 10. Oktober 1745 erfunden, also im Geburtsjahr *Voltas*, ermöglichte es, gewaltige Funken zu erzeugen und den elektrischen Schlag auf hunderte in Ketten zusammengeschlossene Leute zu verteilen. Die Untersuchungen Franklins über die Elektrizität der Wolken, aus denen er bei seinem berühmten Drachenversuch Funken zog, sowie sein im Jahre 1750 gemachter und nach wenigen Jahren praktisch verwerteter Vorschlag, metallene Spitzen zu gebrauchen — den Blitzableiter — um „caelo fulmen eripere", hielten die allgemeine Aufmerksamkeit in Bann, und überall fanden sich Willige und Neugierige, die elektrische Experimente anstellten, so wie heute alle Welt sich für Rundfunk und Flugwesen begeistert. Kein Wunder also, daß auch der junge *Volta* sich mit Begier diesem Gebiet der Physik zuwandte, und ganz besonders dem damals unter den Gelehrten viel umstrittenen Problem über das Wesen der Elektrizität. Doch, wie es oft bei jungen und zu wagemutigen Talenten vorkommt, begann er nicht mit sorgfältigen Versuchen und bescheidenen Untersuchungen, sondern griff sofort das allgemeine theoretische Problem an, und 1763, kaum achtzehnjährig, schrieb er darüber einen (verlorengegangenen) Brief an den berühmten Abbé *Nollet*, worin er versuchte, ausgehend vom *Newton*schen Anziehungsgesetz, ein System der Elektrizität zu begründen. Aber einige zweckmäßige Bemerkungen führten den begeisterten jungen Mann in das Gebiet des Experiments zurück, in jenes Gebiet, wo er Herr und Meister wurde und dem er alle seine bewundernswerten Erfindungen und Entdeckungen verdankt. So besitzen wir einen Brief *Voltas* an *P. Giovanni Battista Beccaria* vom 2. April 1765, den ersten von seinen wissenschaftlichen Briefen, die noch in unseren Besitz gelangt sind, worin er wohl die Theorie der Reibungselektrizität behandelt, damit aber eine ausgiebige Reihe von Experimenten und Anwendungen verbindet. Von nun an vermehren sich die Briefe wissenschaftlichen Inhalts und die Sonderarbeiten immer mehr; unter ihnen nimmt die erste längere Abhandlung „De vi atractiva ignis electrici" eine besondere Stellung ein. Sie ist demselben *P. Beccaria* am 19. April 1769 zugeeignet, und in ihr entwickelt der junge Physiker seine Theorie. Sie stellt sich jener des Turiner Physikers entgegen, während er die *Franklin*sche Hypothese eines einzigen elektrischen Fluidums annimmt und in besonderem Maße die Praxis und die Theorie der elektrischen Influenz oder der elektrostatischen Induktion entwickelt. Große Aufmerksamkeit schenkt *Volta* in dieser Abhandlung den Messungen der Elektrizität; er stellt das Verhältnis zwischen der Größe der Ablenkung des elektrischen Pendels und der Menge (Ladung) der Elektrizität fest, eine Anschauung, die ihn späterhin dazu führte, sein Elektroskop herzustellen

Digitized by Google

und zu vervollständigen. Es sei noch hervorgehoben, daß schon vor dieser Abhandlung an im Geiste *Voltas* sich der Begriff zu bilden beginnt, daß die Reibung, durch welche die elektrischen Erscheinungen hervorgebracht werden, nichts anderes sei als eine vollständigere Form des Kontaktes, jenes Kontaktes nämlich, welcher die Grundidee zur Herstellung der Säule war, und der, wenn auch an und für sich richtig, lange Jahrzehnte hindurch als maßgebende Erklärung der Säule galt, bis man die chemischen Erscheinungen mehr in den Vordergrund treten ließ.

Es ist in einer kurzen Skizzierung wie der vorliegenden nicht möglich, auf die Arbeiten *Voltas*, welche das Gebiet der Elektrotechnik betreffen, eingehend hinzuweisen: wir werden nur bemerken, daß er im Jahre 1771 eine neue Abhandlung „Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus: seu de corporibus eteroelectricis quae fiunt idioelectrica experimenta atque observationes" herausgab, der man einen Brief an *Spallanzani* beifügen muß, wahrscheinlich vom 8. Dezember 1771, und in welcher er eine ganze Reihe wichtiger Experimente beschreibt. Unter anderem spricht er von einer neuen elektrischen Maschine, die in jener, auf diesem Gebiet so bewegten Zeit, einen tatsächlichen und anerkannten Fortschritt darstellte.

All diese eindringlichen Studien, die *Volta* mit außergewöhnlicher Fertigkeit im Experimentieren in seiner Vaterstadt verfolgte, wo er nicht die beste Möglichkeit hatte, sich Instrumente und Bücher zeitgenössischer Forscher bequem zu verschaffen, führten ihn dazu, 1775 den „elettroforo perpetuo" zu erfinden. Spätere Forscher können auch behaupten, daß der von *Volta* erfundene Elektrophor unter theoretischem Aspekt nichts anderes war als eine neue Anordnung eines Kondensators, vom Typus z. B. der *Franklin*schen Tafel: Tatsache ist aber, daß seine Erfindung etwas für seine Zeit ganz Neues darstellte, das der praktischen Elektrizitätswissenschaft einen großen, unverhofften Impuls gab. Es handelt sich um eine ganz einfache, leicht transportierbare Vorrichtung, welche auch nach Monaten noch elektrische Funken und Ladung geben kann. Ein Teller aus Zinn mit einem Kuchen aus zusammengeschmolzenem Terpentin, Harz und Wachs; ferner ein Schild aus Holz mit Metallbelag, an einen gläsernen Stiel befestigt. Wenn man den Teller einmal ladet, so kann man durch Auf- und Abheben des Schildes Funken erzeugen, und mit diesem auch andere Körper, z. B. Leidener Flaschen, laden. Diese Entdeckung erregte gewaltiges Aufsehen, und *Volta*, dessen Familie, obwohl zum Patriziat gehörend, in bescheidenen Verhältnissen lebte, konnte endlich seine Lage verbessern, indem er vom Grafen *Firmian*, damals Kaiserlichem Minister in Mailand, zum „Reggente" des Liceo von Como und bald darauf (1776) zum „Lettore di fisica" am städtischen Ginnasio ernannt wurde.

Der erzielte Erfolg und die gebesserte wirtschaftliche Lage eiferten *Volta* immer mehr an, die Erforschung der Naturerscheinungen fortzusetzen. Er verfolgte seine Untersuchungen über die Elektrizität weiter, unter denen er, in den Jahren 1775 bis 1778, hauptsächlich jene über die Kuchenzusammensetzung für den Elektrophor entwickelte, wie auch die Verbesserung dieses Gerätes; sodann stellte er Untersuchungen an über die Kapazität der elektrischen Leiter, über die „elektrischen Atmosphären" und über die Elektrometrie. Er begann auch weitere Arbeiten, welche die Physik und die Chemie der gasförmigen Körper umfassen und in ihrer praktischen Ausführung oft mit elektrischen Phänomenen in Verbindung treten. Im Herbst 1776 schrieb ein Freund *Voltas*, *P. Campi*, daß er in einem Brunnen neben San Colombano die Entwicklung einer Luftart beobachtet hatte, welche entzündet werden konnte. *Volta* überzeugte sich sofort, daß eine so geartete Erscheinung überall dort sich zeigen mußte, wo organische Substanzen in Zersetzung waren, und bestätigte seine Annahme an den Gasen, welche sich aus den Sümpfen entwickeln. So entstanden seine Forschungen „Sull'aria infiammabile nativa delle paludi", welche in sieben Briefen (14. November 1776 bis 15. Januar 1777) an *P. Campi* dargelegt sind und in denen er das Gas, das später Metan genannt wurde, entdeckt und kennzeichnet. *Volta* bemerkte, daß eine Mischung von Sumpfgas und athmosphärischer Luft explodiert, sobald ein elektrischer Funke durchschlägt: auf dieser Erkenntnis fußend, fand er jene „Pistola di Volta" — in drei Briefen (17. April bis 15. Mai 1777) an den Marchese *Francesco Castelli* beschrieben —, die bald darauf ein beliebter Scherzartikel wurde.

Weit wichtiger gestaltete sich in wissenschaftlicher Hinsicht die Ausnutzung dieses Prinzips für ein Gerät, das er kurz hierauf erdachte. Es ist bekannt, daß zu der Zeit, die uns hier beschäftigt, das Studium der verschiedenen Luftarten mit großem Fleiß und Erfolg betrieben wurde. Jenen Jahren gehört die Entdeckung, bzw. die nähere Untersuchung der „fixen Luft" *(Black)* an, des Wasserstoffs (*Cavendish*), des Sauerstoffs (*Priestley, Scheele*) und die neue, von *Lavoisier* begründete Ansicht über die Bedeutung und Funktion dieses Elements. Mit Eifer wurde auch das Studium betrieben, die Reinheit der Lüfte zu bestimmen. *Priestley* hatte dazu die Eigenheiten des (später so benannten) Stickstoffoxyds benutzt, das, wie bekannt, sich mit dem Sauerstoff verbindet, und zu diesem Zwecke ein besonderes Gerät gebaut, das später von *Felice Fontana* (1774) verbessert wurde, und dann auch von *Landriani* (1775), der ihm den üblich gewordenen Namen Eudiometer gab. Ein viel besseres Eudiometer aber ersann *Volta* und kündigte es *Priestley* in einem Brief vom 2. September 1777 an.

Das *Volta*sche Eudiometer gründete sich eben auf die Verbindung, die zwischen dem Sauerstoff der Luft und dem ihm beigemengten Wasserstoff oder Sumpfgas zustande kommt, wenn durch dieses Gemenge der elektrische Funke schlägt. Die erfolgte Volumverminderung kann man ablesen, wenn das in einer graduierten Röhre unter hydraulischem Verschluß gesammelte Gemenge explodiert und man das Wiedereintreten der früheren Temperatur abwartet. Eine Reihe von Versuchen mit seinem Eudiometer erlaubte es *Volta*, die besten Verhältnisse der Mischung darzustellen und sie zur exakten Messung des in einer Luft enthaltenen Sauerstoffs genau anzupassen; er untersuchte auch die chemischen Veränderungen in der Luft während der Verbrennung einer Kerze usw. usw. Eine genauere Beschreibung des Eudiometers gibt uns *Volta* in einer Schrift, die er 1790 verfaßt hat. Im selben Jahr 1777 verwertete *Volta* seine Untersuchungen über die entzündbaren Gase, um eine „Lampada perpetua" zu konstruieren.

In dieses Jahr fällt überdies seine erste größere Reise ins Ausland, für die er von der Regierung eine Unterstützung erhielt, und von deren offiziellem Bericht uns ein Teil erhalten ist. Zu wissenschaftlichem Zwecke bereiste er die Schweiz, das Elsaß und Savoyen und ging unmittelbare, persönliche Verbindungen mit vielen berühmten Forschern ein, unter denen hier nur der alte *Haller*, der im selben Jahre starb, *Senebier*, *De Sausure*, *Bonnet*, sowie der Dichter *Geßner* und *Voltaire* genannt sein sollen.

Durch die erlangten Erfolge zeigte sich nunmehr *Volta* eines Lehrstuhls an einer Universität würdig, und einen solchen bot ihm für das Schuljahr 1778 bis 1779 Graf *Firmian* an der glorreichen Universität Pavia an. Diese Universität war in jenen Jahren zu einer ihrer höchsten Blütezeiten gelangt. Es lehrten dort Männer wie *Gregorio Fontana, Lazzaro Spallanzani, Luigi Valentino Brugnatelli, Antonio Scarpa, Peter Franck, Scopoli, Tissot* usw., und hierselbst hielt *Volta* lange Jahre hindurch aufsehenerregende Vorlesungen, die auch von Studenten anderer Disziplinen stark besucht wurden. Er konnte das physikalische Laboratorium vollständig erneuern, sowie

Digitized by Google

alle Apparate beschaffen, die er brauchte, um mit größerer Muße seinen Lieblingsstudien obliegen zu können.

Im Universitätsleben *Voltas* können wir drei Abschnitte unterscheiden: einen ersten, der ungefähr bis zum Jahre 1792 reicht, nämlich zum Jahr, in dem die Diskussion über die von Galvani entdeckten Erscheinungen begann; ein zweiter reicht bis 1799, als die Säule erfunden wurde, oder bis 1801, als der Forscher in Paris so gefeiert wurde; der dritte reicht bis zu seinem Rücktritt von der Lehrtätigkeit, bis zu jenem Zeitpunkt also, wo mit dem eintretenden Alter keine neuen wichtigen Arbeiten mehr von ihm erschienen.

In der ersten Periode werden die oben erwähnten Untersuchungen über die Gase fortgesetzt; das Eudiometer erfährt neue Vervollkommnungen, und ein neues wird ausgedacht, in dem der Sauerstoff vom Phosphor gebunden ist; das entzündbare Sumpfgas wird auch am Entstehungsort weiter untersucht, so z. B. in Pietramala und in Velleia, und über seinen geologischen Ursprung werden bemerkenswerte Theorien aufgestellt; endlich werden die Gase genau untersucht, hinsichtlich der Beziehungen des Volumens zur Temperatur, und in der Abhandlung „Memoria sull'uniforme dilatazione dell'aria, 1793" wird zuerst das Gesetz ausgesprochen, das 12 Jahre später von *Gay-Lussac* wiederaufgenommen und mit seinem Namen bezeichnet wird. Auf dem Gebiete der Elektrizität besteht die wichtigste Erfindung des Comoer Physikers im Kondensator, „einem Apparat, der, die elektrischen Zeichen ungemein vergrößernd, es ermöglicht, jene Eigenschaft anschaulich und bedeutsam zu machen, die anders wegen ihrer übergroßen Schwäche unseren Sinnen nicht wahrnehmbar wäre".

Es war im Frühling 1782, als *Volta* in der Royal Society zu London seine neue Erfindung ausstellte. Er befand sich abermals auf einer längeren, wissenschaftlichen Reise, die dreizehn Monate dauerte, und war von der Universität Pavia beauftragt worden, mehrere physikalische Geräte zu beschaffen. Im September 1781 abgereist, besuchte er die Schweiz, das Rheinland, Belgien, Holland (wo er persönlich *Van Marum* kennen lernte) und kam endlich nach Paris, wo er zu vielen hervorragenden Männern, die damals in der Hauptstadt Frankreichs die Wissenschaft von Grund aus reformiert hatten, in engere Beziehungen trat; hier machte er auch die Bekanntschaft *Franklins*. Im Frühjahr 1782 begab er sich zusammen mit dem portugiesischen Elektrologen *Magellan* nach London und verschiedenen andren Orten in England, besonders nach Birmingham, wo er Beziehungen zu *Priestley* und *Watt* aufnahm. Durch Südfrankreich und Ligurien kehrte er dann Mitte Oktober in seine Heimatstadt zurück. Solche Reisen hatten damals für einen Gelehrten die größte Bedeutung; gewissermaßen waren sie das, was heute die internationalen Kongresse bedeuten, denn nur auf diese Weise konnten die Forscher mit den prominenten Geistern ihrer Zeit in Kontakt treten, mit ihnen gemeinsame Probleme erörtern, neue Experimente besprechen, alte wiederholen, Fehler ausmerzen und sich überhaupt Rechenschaft ablegen über ihre persönlichen Errungenschaften.

In einer ausgedehnteren Lebensbeschreibung *Voltas* wäre es der Mühe wert, sich länger mit dieser Reise zu beschäftigen, wie auch mit seiner 1784 zusammen mit *Scarpa* nach Wien, Berlin und andren deutschen Städten unternommenen Reise, oder endlich mit seinem längeren Genfer Aufenthalt im Jahre 1787; und dies aus dem Grunde, weil das Werk unseres Physikers, statt durch die Reisen Unterbrechungen zu erleiden, dadurch erst recht gefördert wurde. Hier werden wir nur daran erinnern, daß sein Bericht über den Kondensator, an der Royal Society vorgetragen, einen durchgehenden Erfolg bedeutete und die gelehrte Gesellschaft bewog, ihm einige Jahre später die goldene *Copley*sche Medaille zu verleihen.

Die nächstfolgenden Jahre finden *Volta* mit der Vervollständigung seines Elektroskops beschäftigt, und mit dem Beweis, daß bei Verbrennung und Verdampfung die Elektrizität zerstreut wird; besonders interessierte unseren Physiker die elektrische Meteorologie, worüber wir neun wichtige Briefe besitzen (1788 bis 1790), die an Professor *Lichtenberg*, Göttingen, gerichtet sind. Ihnen schließen sich auch einige um vieles spätere Studien (1806) über die Entstehung des Hagels an, die großen Widerhall fanden, obwohl sie das Geheimnis dieser Naturerscheinung, das heute noch besteht, nicht zu entschleiern vermochten.

Eine 1789 von *Luigi Galvani* (1737 bis 1798) gemachte Entdeckung zog die Aufmerksamkeit *Voltas* auf sich und führte ihn zu jenen Ergebnissen, denen er hauptsächlich die Unsterblichkeit seines Namens verdankt. *Galvanis* Experimente mit den präparierten Fröschen sind wohlbekannt: mit metallenen Pinzetten berührte er die Muskeln und die Nerven der toten Tiere und erzielte unter günstigen Umständen eine Zuckung. *Galvani* erklärte das Phänomen durch die Annahme eines animalischen, elektrischen Fluidums, das aus dem Gehirn stammen und durch die Nerven (Leiter) den Muskeln zugeführt sein sollte; diese würden sich auf der Außen- und Innenseite mit entgegengesetzten Elektrizitäten laden (die entgegengesetzten Zeichen könnten sich auch auf Nerven und Muskeln verteilen) und auf diese Weise eine Art von Leidener Flasche darstellen. Die Verbindung durch den metallischen Leiter hätte keine andere Aufgabe gehabt, als die Entladung und somit die Zuckungen herbeizuführen.

Ich will hier nicht näher auf dieses Argument eingehen, da es zu den bekanntesten Forschungsergebnissen in der Geschichte der Wissenschaften gehört. Nur das eine sei hervorgehoben: während die ganze wissenschaftliche Welt das Experiment *Galvanis* mit Enthusiasmus aufnahm und zugleich dessen Erklärung, begann *Volta* bald an ihr zu zweifeln, und, statt dem neuen, hypothetischen Kondensator, der präparierten Froschleiche, sowie dem nun sogenannten elektrischen galvanischen Fluidum Bedeutung beizumessen, untersuchte er den metallischen Leiter. Seine tiefschürfende Kritik und die rasche Folge seiner Erkenntnisse entfalten sich nun in ununterbrochener Reihe epochemachender Abhandlungen. Er beginnt mit den drei „Memorie sopra l'elettricità animale" (1792), und es folgen darauf verschiedene Briefe an *Tiberio Cavallo* (1792/93), eine „Nuova Memoria sull'elettricità animale" in Briefform an den Abbé *A. M. Vassalli* gerichtet (1794/95), eine Reihe von Briefen an den Prof. *Franc. Mochetti* (1795), mehrere Briefe von grundlegender Bedeutung „Sul galvanismo, ossia sull'elettricità eccitata dal contatto de' conduttori dissimili" an den Prof. *Gren*, Halle, adressiert (1796/97), eine Anzahl Briefe an *Van Marum* (1796/97) und noch einer „Al cittadino Aldini, intorno alla pretesa elettricità animale nelle sperienze del galvanismo" (1798); und endlich der berühmte Brief vom 20. März 1800 an den *Rt. Hon. Sir Joseph Banks* „On the Electricity excited by the more contact of conducting substances of different kinds", in dem er die Erfindung der Säule anzeigt. So können wir stufenweise den Gedanken *Voltas* folgen, vom Beginn der Polemik über den Galvanismus an bis zur Vollendung seiner großen Entdeckung und der wissenschaftlichen und praktischen Einführung des elektrischen Stroms, dieser magisch zeugenden Kraft, die in wenig mehr als einem Jahrhundert das praktische und industrielle Leben der Welt von Grund aus umgeformt hat.

Das Experiment lehrte, daß die Zuckungen des Frosches stärker waren, wenn der metallische Leiter aus verschiedenen Metallen bestand, der die Teile von entgegengesetzten Zeichen verband, oder wenn das einzig verwendete Metall verschiedene Härtegrade, Oberflächenbeschaffenheit usw. in sich aufwies (Bemerkung *Voltas*). Unser Physiker verwertete und entwickelte auch die *Sulzer*schen Experimente (1754), daß nämlich, wenn man

Digitized by Google

mit der Zunge zwei verschiedenartige, in Kontakt gebrachte Metalle berührt (z. B. eine goldene oder silberne Münze und Stanniolpapier), man einen säuerlichen Geschmack wahrnimmt. Er erreichte es auch, nach dem Geschmack die verschiedenen Pole zu erkennen. Eine Folge von Experimenten über die Kontakte der Metalle bringt *Volta* dazu, die galvanische Theorie gänzlich umzukehren und als „Elektromotor" den bimetallischen Bogen festzustellen, während der Frosch nur als ein einfacher Leiter erscheint. Hierauf setzt *Volta* seine Studien über die Wirkung der verschiedenen Metalle fort; er konnte sie in einer Reihe anordnen je nach der elektromotorischen Kraft, die aus den Metallpaarungen erzeugt wurde. So stellte er auch die wichtige Unterscheidung zwischen Leitern erster Klasse (Metalle) und solchen zweiter Klasse (Flüssigkeiten) fest. Endlich, gegen Schluß des Jahres 1799, konstruierte er seinen neuen Apparat, sowohl den in Form einer Säule (der später allen ähnlichen elektromotorischen Apparaten den Namen gab), als auch den „a corona di tazze" (Becherapparat), und untersuchte ihre Wirkungen; nämlich die, einen dauernden elektrischen Strom zu erzeugen, der Funken geben kann, elektrische Schläge den Personen, die entgegengesetzte Pole berühren, und auch wichtige chemische Erscheinungen.

Die Erfindung der Säule fand stürmischen Beiklang. Der damalige Beherrscher Europas, der erste Konsul *Bonaparte*, der, wie man weiß, große Stücke darauf hielt, der Académie des Sciences anzugehören und sehr oft an deren Sitzungen teilnahm, ließ *Volta* nach Paris einladen, damit er der gelehrten Gesellschaft seine Erfindung und die damit zusammenhängenden Experimente vorweise. Diese Reise gestaltete sich zum Triumph. Am 1. September 1801 von Como in Gesellschaft *Brugnatellis* abgereist, fuhr er durch Genf, wo er mit großen Ehren von seinen alten Freunden der freien schweizerischen Stadt aufgenommen wurde, und kam in Paris am 26. September an. Sein Aufenthalt in der französischen Hauptstadt dauerte einige Monate, während welcher *Volta* auch in den Wohnungen und Laboratorien vieler französischer Gelehrten verschiedene Experimente machte. Am 7. Oktober und darauf am 12. trug *Volta* in feierlicher Sitzung, in Anwesenheit Bonapartes, seine Theorie und seine Experimente vor. Die Akademie ernannte eine Kommission, die seine Entdeckungen studieren und eingehend untersuchen sollte, und an der sich auch *Volta* persönlich beteiligte. Auf Anregung *Bonapartes* hin ließ die Akademie *Volta* zu Ehren eine Denkmünze in Gold prägen; der erste Konsul stiftete dem italienischen Gelehrten ein ansehnliches Gehalt und verlieh ihm verschiedene vielbegehrte Auszeichnungen. Zu Anfang des Jahres 1802 war *Volta* wieder in Italien.

Aber die unentrinnbare Macht der Zeit verschonte auch einen *Volta* nicht. Dieser, groß und stark gewachsen wie er war, hatte eine blühende Jugend hinter sich und zeichnete sich als Schwimmer, Ruderer, unermüdlicher Fußgänger und sogar — für seine Zeit — als Alpinist aus. Lebhaft und in den Gesellschaften wegen seines Humors, seines Witzes und seiner Wortspiele beliebt, hatte er ein glanzvoll bewegtes Leben geführt, und es wurden auch seine erotischen Abenteuer bekannt. Aber der fast Sechzigjährige, mit Ruhm und Ehrungen Belastete, fühlte sich jetzt müde, litt an Rheumatismen und kleinen Gebrechen, und die Reaktionsgeschwindigkeit seines scharfen und beweglichen Geistes wurde schwächer und langsamer. Es folgten wohl noch einige Studien über die Säule, über die chemische Wirkung des elektrischen Stromes, die oben genannten Untersuchungen über die Entstehung des Hagels, aber die Zeit der genialen Erfindungen und der unsterblichen Arbeiten war nun um. 1804, nach vielen vergeblichen Gesuchen, sich von der Lehrtätigkeit zurückziehen zu dürfen, wurde endlich sein Wunsch erfüllt. So konnte er sich ganz der Erziehung seiner Kinder widmen, indem er auch die Pflichten erfüllte, die ihm seine öffentliche Stellung in Como und Milano auferlegte. Als er in diesem Zusammenhang 1814 im Mailänder Senat in der Angelegenheit *Beauharnais* plädiert hatte, die in der Aprilrevolution, die mit der Ermordung des *Conte Prini* und dem Einbruch der Österreicher in Mailand ihren Höhepunkt fand, hatte er von der aufwieglerischen Volksmasse Beleidigungen und sogar Faustschläge und Schirmhiebe zu erleiden. Der fast Siebzigjährige mußte fliehen und sich für einige Zeit in der Villa eines seiner Freunde verstecken. Nach einem sechsjährigen Aufenthalt in Mailand und einem folgenden, vierjährigen in Pavia — zur Erziehung seiner Kinder — zog er sich 1820 endgültig nach Como zurück. Er war nunmehr ganz alt und schwach geworden, konnte nur langsam schreiten, und die Besuche, die er von Berühmtheiten empfing, die sich auf der Durchreise in Como aufhielten, waren ihm mehr zur Last als zur Freude. „Aber was will man nur von mir, dem armen Greis?" pflegte er jenen zu sagen, die ihm neue Besuche ankündigten. Am 28. Juli 1823 erlitt er einen leichten Schlaganfall, der, ohne spezifische Folgen zu hinterlassen, den alten, schwachen Mann zum Greise machte. Es kamen neue Krankheiten und Unzulänglichkeiten hinzu, bis am 5. März 1827 der ehemals große Physiker seinen Geist aufgab. Seine Leiche wurde in Camnago, in der näheren Umgebung Comos, begraben, wo später ein Mausoleum errichtet wurde.

Literaturübersicht

Collezione dell'opere del cavaliere conte *Alessandro Volta* patrizio comasco (curata da Vincenzio Antinori) Firenze nella Stamperia di Guglielmo Piatti. Tre tomi (Cinque volumi) 1816.

Die erste gesamte Ausgabe der Werke, die aber nicht ganz vollständig ist, erschien noch zu Lebzeiten Voltas.

Le Opere di *Alessandro Volta*. Edizione Nazionale sotto gli auspici della Reale Accademia dei Lincei e del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Milano, Ulrico Hoepli, 1918.

Vol. I, 1918: Lavori sull'elettricità animale e di contatto fino alla scoperta della pila (1792—1800).
Vol. II, 1923: Lavori successivi all'invenzione della pila, sulla pila ed i suoi effetti (1800—1806).
Vol. III, 1925: Dai primi lavori scientifici fino al condensatore (1765—1783).
Vol. IV, 1926: Elettrometria e Didattica (1784—1804).
Vol. V, . . .: Meteorologia elettrica.
Vol. VI, . . .: Sulle arie inflammabili, sull'eudiometria, sulla chimica, sul calore, sull'evaporazione, sull'uniforme dilatazione dell'aria e sulle tensioni dei vapori saturi.

Vollständige, moderne Ausgabe der Werke und aller noch unveröffentlichten Manuskripte, mit Unterstützung der Regierung herausgegeben. Von den sechs Bänden sind die ersten vier bereits erschienen.

L'Opera di *Alessandro Volta* nel I° Centenario della morte. A cura della Associazione Elettrotecnica Italiana. Milano, U. Hoepli, 1927.

Der 578 S. umfassende Band enthält ausgewählte Schriften von Volta. Außerdem Effemeridi Voltiane, und kurze Bemerkungen.

Bibliografia Voltiana a cura di *Felice Scolari*. Roma, Fondazione Leonardo, 1927.

Wird wahrscheinlich erscheinen im September, in einem dicken Band-24° von ungefähr 800 S., mit einer vollständigen Bibliographie aller Schriften über Volta.

Mieli, Aldo: Alessandro Volta. Roma, Formiggini, 1927. 87 S.

Kurze allgemeinverständliche Lebensbeschreibung Voltas, mit einer Würdigung seiner wissenschaftlichen Arbeit in bezug auf die zeitgenössische Wissenschaft.

Weiter sind noch die wichtigsten Geschichtswerke erwähnenswert, wie jene von *Dannemann* (der schreibt, daß Volta in Padova lehrte), *E. Hoppe, Rosenberg, Pitoni* usw.

Ältere Lebensbeschreibungen (allgemeine oder über besondere Lebensereignisse, Reisen usw.) von *Mauricio Monti, Tommaso Bianchi, Zamino Volta, Luigi Volta, Alessandro Volta* jun., *Luigi Pilezza* u. a. m. Neuere (1927) von *Giovanni Can, Ettore Tabietti* u. a. m.

Digitized by Google

DIE ENTWICKLUNG DER HOCHFREQUENZTECHNIK

Von Dr. Franz Fuchs, München

Durch die große Verbreitung des Rundfunks und die gewaltigen Leistungen unserer Funk-Großsendestellen, die Telegramme, Musik, Sprache und neuerdings auch einfachere Bilder in wenigen Sekunden über die ganze Erde verbreiten, ist die Hochfrequenztechnik in den Mittelpunkt der allgemeinen Aufmerksamkeit gerückt.

Auch die Hochfrequenztechnik hat wie die meisten Techniken ihre Vorgeschichte im physikalischen Laboratorium, und erst mit den steigenden Anforderungen der Praxis haben die Sender und Empfänger der drahtlosen Telegraphie technisch brauchbare Formen angenommen, deren Abmessungen zur Erzielung einer vorgeschriebenen Leistung wie bei einer Dynamomaschine berechnet und konstruiert werden können.

Die wissenschaftliche Grundlage der Hochfrequenztechnik legte vor nahezu 40 Jahren *Heinrich Hertz* mit der Entdeckung der elektrischen Wellen. Um diese großartige Leistung voll würdigen zu können, müssen wir uns den Stand der Elektrizitätslehre um die Mitte des vorigen Jahrhunderts vergegenwärtigen. Schon im Jahre 1840 hatte *J. Henry* erkannt, daß die Entladung einer Leidener Flasche „oscillatorisch" sei. *H. v. Helmholtz* und *W. Thomson* haben später das elektrische Schwingungsproblem theoretisch in Angriff genommen, und letzterer hat im Jahre 1853 die berühmte Formel für die Schwingungsdauer $T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$ aufgestellt.

Die experimentelle Bestätigung der *Thomson*schen Schwingungsformel brachte *B. W. Feddersen* im Jahre 1861/62 durch photographische Aufnahmen des durch einen Drehspiegel auseinandergezogenen Flaschenfunkens. Die Belege einer durch eine Elektrisiermaschine aufgeladenen Flaschenbatterie (Kapazität C) wurden über eine Drahtspule (Selbstinduktion L) nach zwei sich gegenüberstehenden Zinkkugeln geführt, zwischen denen dann der Entladefunke überging. Der Funkenstrecke gegenüber steht ein kleiner Hohlspiegel, der durch ein Räderwerk mit Gewichtsantrieb in rasche Umdrehung versetzt wird. Das durch den Spiegel auf die unterhalb der Funkenstrecke liegende photographische Platte geworfene Funkenbild erscheint infolgedessen zu einem Lichtbande auseinandergezogen. Dieses Lichtband erschien aber nicht gleichmäßig hell, sondern es war durch eine Reihe von dunklen Stellen in gleichen Abständen unterbrochen. Der Funke leuchtet daher während der Entladung nicht gleich hell, sondern flackert in sehr raschem Wechsel zwischen hell und dunkel. Diese Beobachtung weist darauf hin, daß der Entladungsstrom ein Wechselstrom hoher Frequenz ist. Durch Ausmessung eines solchen Bildes ergaben sich für die Dauer einer Schwingung je nach der Zahl der Leidener Flaschen und der Größe der eingeschalteten Drahtspulen etwa 2 bis 5 zehntausendstel Sekunden.

Die zuerst von *Faraday* auf Grund experimenteller Beobachtungen gewonnene Vorstellung von der Ausbreitung der elektrischen Kraft im freien Raum wurde zuerst durch *Clark Maxwell* (1864) mathematisch formuliert. *Maxwell* kam durch seine Theorie bereits zu dem Ergebnis, daß durch elektrische Schwingungen im Raume Wellen erregt werden können, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit und nach den gleichen Gesetzen wie das Licht ausbreiten. Das Licht wäre nach dieser Anschauung selbst als ein elektromagnetischer Vorgang im Äther aufzufassen. Die Feststellung dieser intuitiv geschauten elektrischen Wellen war für die Folgezeit die reizvollste Aufgabe für die experimentierenden Physiker.

Schon im Jahre 1870 hat *W. von Bezold* nachgewiesen, daß sich in Drähten, die mit einem Flaschenkreis in Verbindung sind, stehende Wellen bilden.

Die Ausbreitung der elektrischen Wellen im freien Raume nachzuweisen, blieb dem Genie *Heinrich Hertz* Ende der achtziger Jahre vorbehalten. Zwei Bedingungen waren zum Gelingen des Experimentes erforderlich: erstens mußte man kurze Wellen erzeugen, damit man sie in den Räumen eines Laboratoriums verfolgen konnte, und zweitens brauchte man ein Gerät, um das Vorhandensein der Welle im Raume nachzuweisen. Mit welch einfachen Mitteln *Hertz* diese Bedingungen erfüllte, zeigen die im Deutschen Museum in München aufbewahrten aus Kupferdraht, Zinkblech, Holz und Siegellack bestehenden ursprünglichen Einrichtungen, Abb. 1, die sich *Hertz* seinerzeit im physikalischen Institut in Karlsruhe zusammenbaute. Der *Hertz*sche Wellenerreger oder Oszillator besteht aus zwei Kupferstäben von 1 m Länge, die an den Enden mit Zinkkugeln von 30 cm Durchmesser versehen sind, während an den inneren Drahtenden kleine Messingkugeln sitzen. Zur Erregung der Schwingungen werden die beiden auf Siegellackstangen sitzenden Hälften des Oszillators mit einem Funkeninduktor verbunden, so daß zwischen den inneren Kugeln Funken übergehen. Die Frequenz der Schwingungen war etwa 10 000mal größer als die des Flaschenfunkens von *Feddersen*. Die erregten Wellen müssen dann Längen von 2 bis 3 m haben.

Von gleicher Einfachheit wie der Wellensender war der Empfänger, ein zum Ringe zusammengebogener Draht, dessen Enden mittels Mikrometerschraube bis auf Bruchteile eines Millimeters genähert werden konnten. Wurde ein solcher Drahtring in einiger Entfernung vom Erreger isoliert in die Luft gehalten, dann konnte man an der Unterbrecherstelle kleine Fünkchen beobachten, sobald im Erreger Funken übersprangen. Auch gelang es *Hertz*, durch Reflexion an einer Zinkwand stehende Wellen in der Luft zu erzeugen und deren Wellenlänge mit dem Maßstab zu messen. Aus der Schwingungsdauer und der Wellenlänge konnte auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen berechnet werden. *Hertz* fand sie in Übereinstimmung mit *Maxwell* gleich der Lichtgeschwindigkeit. Um die Wesengleichheit der elektrischen Wellen mit den Lichtwellen noch weiter darzutun, hat *Hertz* auch die Reflexion, Brechung, Polarisation der elektrischen Wellen durch eine Reihe glänzender Versuche nachgewiesen.

Das von *Hertz* entdeckte neue Gebiet lockte in hohem Maße die Fachgenossen zur weiteren Durchforschung. Vor allem befaßte man sich mit der Wellenmessung und suchte für diese nach bequemeren Verfahren. Bereits 1890 gab der Wiener Physiker *Lecher* in seiner Paralleldrahtanordnung ein Verfahren zur bequemen Messung der Wellenlänge an.

An dem *Hertz*schen Erreger sind über zwei Luftkondensatoren, die aus je zwei quadratischen Messingplatten bestehen, zwei in 50 cm Abstand parallel laufende Kupferdrähte ausgespannt, in denen sich stehende Wellen bilden. Die Länge der Wellen ermittelte *Lecher* durch eine quer über die Drähte gelegte Geißlersche Röhre, die an den

Digitized by Google

Knotenstellen dunkel bleibt, während sie an den Spannungsbäuchen hell aufleuchtet.

Den ersten in absoluter Frequenz geeichten Wellenmesser mit fester Kapazität und einer durch Verschiebung eines Drahtbügels auf zwei parallelen Drähten in meßbarer Weise veränderlichen Selbstinduktion gab *J. Zenneck* im Jahre 1895 an.

Sobald *Marconi* die hohe Bedeutung der Abstimmung von Geber und Empfänger erkannt hatte (1900), wurde die Konstruktion von handlichen Geräten zur Messung der Wellenlänge oder der Frequenz des Senders versucht. Am erfolgreichsten arbeitete in dieser Richtung *A. Slaby*. Sein Multiplikationsstab, eine auf Glas gewickelte Resonanzspule, wurde in die Nähe des zu messenden Senders gehalten und durch einen geerdeten Metallstift so lange verkürzt, bis am oberen Spulenende kräftige Büschelentladung auftritt. Aus der abgegriffenen Länge der in Resonanz mit dem Sender befindlichen Spule berechnet sich nach einer Tabelle leicht die Wellenlänge. Die Meßgenauigkeit dieses ersten Wellenmessers war wegen seiner hohen Kapazitätsempfindlichkeit und seiner Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit nicht sehr groß, doch gab man ihm wegen seiner Handlichkeit lange Zeit hindurch vor den im physikalischen Laboratorium ausgebildeten Meßschwingungskreisen den Vorzug.

Den ersten technisch brauchbaren Resonanzfrequenzmesser erbaute 1902 *Franke-Dönitz*, Abb. 2, unter Verwendung des *Koepsel*schen Drehkondensators mit Ölfüllung. Als Anzeigegerät für die Resonanz wird hier ein kleines Luftthermometer verwendet. Die Selbstinduktionsspulen waren austauschbar zur Herstellung von vier Meßbereichen. Der mit Öl gefüllte Drehkondensator lieferte die veränderliche Kapazität. Um den schweren Kondensator zu vermeiden, hat *Rendahl* 1906 einen Wellenmesser mit stetig veränderlicher Selbstinduktion (*Rendahl*-Variometer) und abstufbarer Kapazität gebaut. Aber auch dieses Gerät hat trotz einiger Vorzüge gegenüber der ersten *Dönitz*schen Form keine große praktische Verwendung gefunden. Im Jahre 1906 gelang es der Telefunken-Gesellschaft, aus dem *Dönitz*schen Wellenmesser durch Verringerung der Ausmaße und des Kondensatorgewichtes und durch Verwendung von Spulen mit größerer Selbstinduktion endlich durch Verbindung mit einem Summer nach der *Lodge-Eichhorn*-Schaltung das erste praktisch brauchbare Wellenmeßgerät zu schaffen, das auch bis zum heutigen Tage im wesentlichen dasselbe geblieben ist.

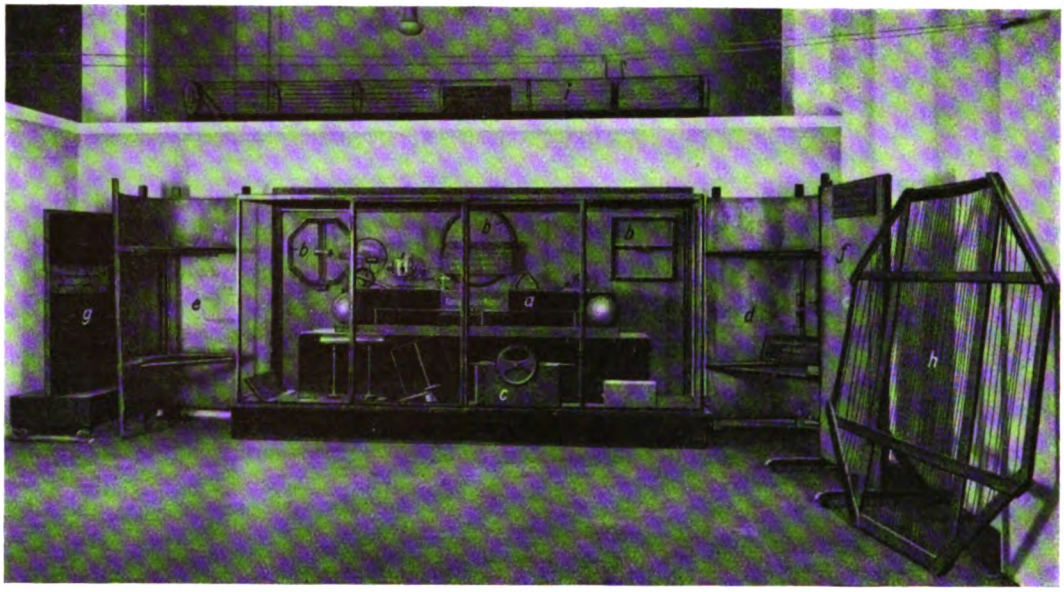


Abb. 1. Die Geräte von *Heinrich Hertz* im Deutschen Museum in München.

Die von *Hertz* in den Jahren 1887 bis 1889 an der Technischen Hochschule in Karlsruhe (Baden) bei seinen Arbeiten über die „Ausbreitung der elektrischen Kraft im Raume" verwendeten Geräte sind in der einfachsten Weise aus Kupferdraht, Zinkblech, Holz- und Siegellack ausgeführt. Es bedeuten: *a* Der große Oszillator, *b* Resonatoren verschiedener Form, *c* Paraffinklotz zum Nachweis der Induktionswirkung in Isolatoren, *d* parabolischer Hohlspiegel (2 m hoch) mit eingebautem Oszillator (26 cm lang), *e* Hohlspiegel mit geradem Resonator (52 cm lang), *f* Planspiegel aus Zinkblech für die Reflektion, *g* Pechprisma für die Brechung der Wellen (Gewicht 12 Zentner), *h* Gitter für die Polarisation der Wellen, *i* Drahtkäfig für stehende elektrische Wellen in Drähten

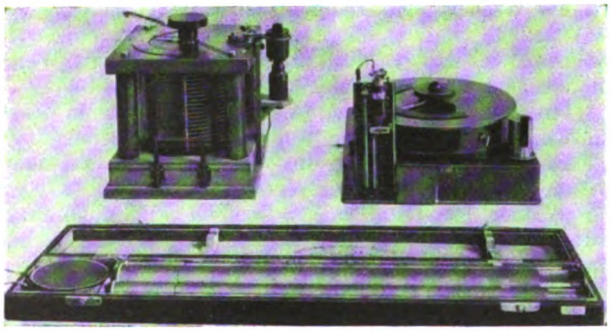


Abb. 2. Erster Resonanzfrequenzmesser.
Links Wellenmesser nach *Dönitz*. Rechts Wellenmesser nach *Rendahl*. Vorn Wellenmesser nach *Slaby*

Das Arbeiten mit dem Resonanzwellenmesser erfordert stets eine gewisse Sachkenntnis des Messenden, z. B. die Wahl der richtigen Koppelung. Man hat daher auch versucht, ein die Wellenlänge unmittelbar anzeigendes Gerät zu konstruieren, das ähnlich wie ein Strommesser eingeschaltet werden kann. Als Beispiel eines derartigen direkt zeigenden Wellenmessers sei hier die Konstruktion von *O. Scheller* (Fa. Lorenz) 1913 erwähnt.

Mit der Ausbildung des Wellenmessers ging die Herstellung von technisch verwendbaren Einheitsgrößen von Kapazität und Selbstinduktion, der zu Hochfrequenzmessungen erforderlichen Hitzdrahtinstrumente, Kapazitätsmeßbrücken, Normalvariometer usw. Hand in Hand. Damit war die wichtigste Grundlage für die Messung von Hochfrequenzgrößen gelegt.

Die Entwicklung der *drahtlosen Sendestellen* nimmt ihren Anfang mit *Marconi*, der 1895 dem *Hertz*schen Wellensender den Sendeluftdraht und die Erdung hinzu-

Digitized by Google

fügte und so für die Ausbreitung der Wellen die wirkungsvollste und beste Anordnung geschaffen hat. Es gelang ihm, die am Sender getasteten Zeichen anfänglich auf 5 km, später auf 15 bis 20 km zu übertragen. Alle Versuche *Marconis*, die Reichweite zu vergrößern, blieben ohne Erfolg. Die Gründe hierfür liegen in der geringen Antennenenergie und der starken Dämpfung der Wellen durch die starke Ausstrahlung und die geringe Kapazität der *Marconi*schen Linearantenne. Dieser Mangel des *Marconi*senders wurde 1898 durch Professor *F. Braun* behoben, indem er zur Aufspeicherung größerer Sendeenergien eine Flaschenbatterie verwendete, Abb. 3.

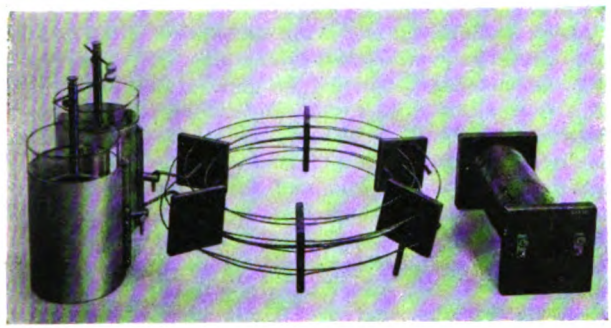


Abb. 3. Schwingungskreis von *Braun*

In den Jahren 1901/02 wurde mit einer von *Siemens* gebauten *Braun*schen Station die Entfernung Cuxhaven—Helgoland überbrückt. Mit dieser Bauart wurde auch eine schärfere Abstimmung des Empfängers auf die Welle des Senders ermöglicht, eines der erfolgreichsten Verfahren der drahtlosen Telegraphie. Die Sendeenergie ist durch die Kapazität der Flaschen. die Aufladung und die Funkenzahl bestimmt. Die erstere konnte man durch Verwendung einer Batterie großer Flaschen beliebig erhöhen; zu ihrer Speisung verwendete man große Induktorien, die hohe Spannungen lieferten. Größere Schwierigkeiten bereitete die Erhöhung der Funkenzahl, die sich höchstens auf 30 bis 50 in der Sekunde bringen ließ. Man konstruierte zu diesem Zwecke Funkenstrecken, die die verschiedensten Formen der Elektroden wie Kugel, Halbkugel, Ring, Schneide aufweisen. Neben den Einzelfunkenstrecken sind auch sog. Reihenfunkenstrecken mit pilzförmigen oder mit parallel liegenden stabförmigen Elektroden (Rostfunkenstrecke) benutzt worden. Abb. 4.

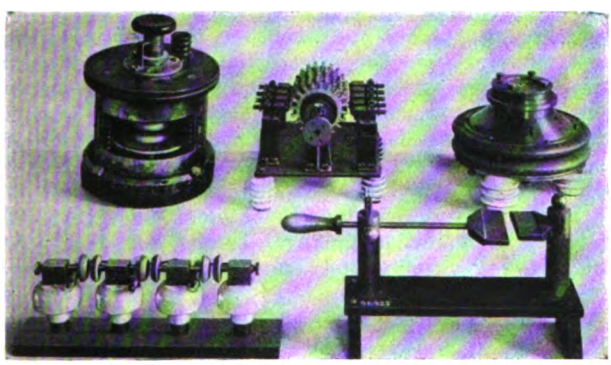


Abb. 4. Sammlung von Funkenstrecken

Die weitere Entwicklung des Funkensenders war bestimmt durch zwei Forderungen: Verringerung der Dämpfung und Erhöhung der Funkenzahl. Beide Bedingungen wurden durch das System der Stoßerregung von *Max Wien* erfüllt. Statt der ursprünglich verwendeten Löschröhre konnte auch eine Reihenfunkenstrecke mit sehr geringem Abstand der Kugeln (unter 1 mm) zur Funkenlöschung verwendet werden, eine hierfür besonders geeignete Funkenstrecke war die von *v. Lepel* angegebene Plattenfunkenstrecke. Der Löschfunkensender ist dann durch die Telefunken-Gesellschaft weiter ausgebildet und zu hoher Leistung gebracht worden. Insbesondere durch die Einführung der regelmäßigen, als Ton hörbaren Funkenfolge von 500 bis 1000 in der Sekunde durch Speisung der Induktorien mit einer 500periodigen Wechselstrommaschine wurde die Wirksamkeit des „Systems der tönenden Funken" erheblich gesteigert.

Der Löschfunkensender hat bei uns im Kriege als fahrbare und feste Station, im Schützengraben, im Flugzeug und Luftschiff, sowie im U-Boot eine große Rolle gespielt; jeder Funker hat an diesem Gerät seine erste Ausbildung erhalten. Aber auch viele Großstationen, z. B. Nauen, Königswusterhausen, die Stationen in unsern ehemaligen Kolonien usw. waren bis Ende des Krieges mit Funkensendern ausgerüstet.

Während bei uns der Löschfunkensender als letzte Stufe des gedämpften Senders entstanden ist, hat die Marconi-Gesellschaft in England den Sender mit umlaufender Funkenstrecke entwickelt.

Unter den Sendern mit ungedämpften Wellen ist der von dem dänischen Ingenieur *V. Poulsen* entwickelte Lichtbogensender zuerst 1906 zu praktischer Bedeutung gelangt. Die Schwingungserzeugung durch einen mit Gleichstrom gespeisten Lichtbogen an Stelle der Funkenstrecke war zwar schon 1900 durch *Dudell* angegeben, aber erst die Verbesserungen, die *Poulsen* an der Bogenlampe anbrachte (Einbau des Lichtbogens in eine mit Wasserstoffgas gefüllte Kammer, Anbringung eines Blasmagneten, Kühlung der Elektroden), ermöglichten es, dauernde Schwingungen von beliebiger Frequenz auf diesem Wege zu erzeugen, Abb. 5. Ein besonderer Vorteil des *Poulsen*-Senders ist der, daß er sich vor allem zur drahtlosen Telephonie eignet. *Poulsen* hat bereits 1906 auf 500 km Entfernung drahtlos Musik übertragen.

Der Lichtbogensender ist in Deutschland hauptsächlich durch die Firma Lorenz, A.-G., in elektrischer und konstruktiver Hinsicht weiterentwickelt und vor allem als Schiffsstation ausgebildet worden. In Amerika sind heute noch riesige Lichtbogensender für den Weltfunkverkehr in Betrieb.

Eine zweite Möglichkeit zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen bietet die Wechselstrommaschine selbst. So naheliegend der Gedanke war, so schwierig war wegen der erforderlichen hohen Frequenzen ($n = 50\,000$) seine technische Ausführung. Die ersten praktisch brauchbaren

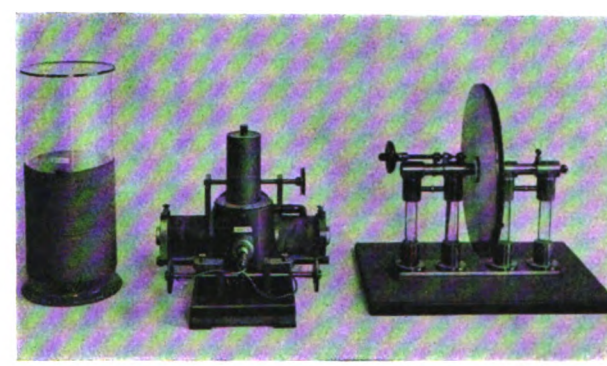


Abb. 5. Geräte von *Poulsen*

Maschinensender größerer Leistung konstruierten im Jahre 1906 die Amerikaner *Fessenden* und *Alexanderson*.

Bei den deutschen Großstationen Nauen und Eilvese (Gegenstation Tuckerton) wird durch die Maschine nur eine mittlere Frequenz $n = 6000$ erzeugt und diese stufenweise durch besondere Schaltungen nach *Epstein-Arco* 1902 bzw. *Goldschmidt* 1906 innerhalb oder außerhalb der Maschine erhöht.

Digitized by Google

Die letzte, heute noch in der Entwicklung stehende Stufe der Sendeverfahren stellt der Röhrensender dar, der durch seine vorzügliche Eignung zur Telephonie die ungeheure Verbreitung des Rundfunks über die ganze Erde ermöglichte und neuerdings als Telegraphiesender mit kurzen Wellen eine hervorragende Rolle spielt. Die Erregung ungedämpfter Wellen mit Hilfe der Elektronenröhre ist erst im Jahre 1913 durch die von *R. Strauß* und *A. Meißner* erdachte Rückkoppelungsschaltung ermöglicht worden. Die Anordnung, Abb. 6, bestand ursprünglich aus einer Liebenröhre mit angeschlossenem Gitter- und Anoden-

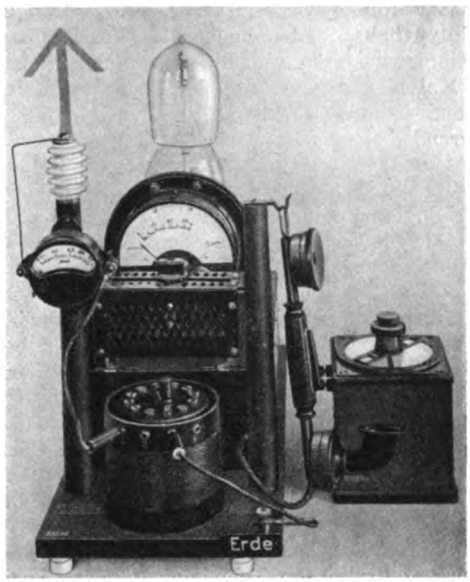


Abb. 6. Erster Röhrensender mit Rückkoppelung von *A. Meissner*

kreis, die durch eine sog. Rückkoppelung so aufeinander einwirken, daß eine schwache, im Anodenkreis angestoßene Schwingung schließlich in eine kräftige, ungedämpfte Schwingung umgewandelt und durch eine angekoppelte Antenne zur Ausstrahlung gebracht wird. Durch eine in den Gitterkreis eingeführte Taste oder ein Mikrophon können die Schwingungen im Anodenkreis unterbrochen oder im Rhythmus der Sprache moduliert werden. Die Röhrensender sind gegen Ende des Weltkrieges erstmals als sog. U.S.-Gerät in Gebrauch gekommen. Als damals eine Entfernung von 1000 km mit 16 Watt Sendeleistung überbrückt wurde, glaubte man das „non plus ultra" der drahtlosen Telegraphie erreicht zu haben, heute ist es für einen geschickten Amateur ein leichtes, mit der gleichen Energie unter Verwendung kurzer Wellen rund um die Erde über 20 000 km zu telegraphieren. Bei festen Stationen zeigten sich Röhrensender zuerst in dem 1919 errichteten Reichsfunknetz. Die Röhrensender haben insbesondere durch die Bedürfnisse des Rundfunks in den letzten sechs Jahren eine bedeutende Entwicklung durchgemacht; sie können heute von den winzigen Energien von wenigen Watt bis hinauf zu 100 KW vollkommen betriebsicher hergestellt werden.

Die Entwicklung der Sende- und Empfangsröhren ist ein besonders interessantes Kapitel der Hochfrequenz-Technik. Nur auf einige Marksteine dieser Entwicklung kann hier hingewiesen werden.

Die Kathodenröhre stellt eine wichtige Anwendung der vor etwa 50 Jahren von Edison zuerst beobachteten und später (1903) von Prof. *A. Wehnelt* erklärten elektrischen Entladung in verdünnter Luft zwischen einer glühenden negativen und einer kalten positiven Elektrode dar. Die Leitfähigkeit im Vakuum erklärt sich durch den Austritt von Elektronen aus der glühenden Kathode, die unter dem Einfluß des elektrischen Feldes zur positiven Elektrode (der Anode) wandern. Macht man den Glühdraht positiv und die kalte Elektrode negativ, so werden die Elektronen auf dem Glühdraht festgehalten, es geht kein Strom durch die Röhre. Diese Ventilwirkung der Wehneltröhre hat zuerst der Engländer *Fleming* zur Gleichrichtung der Hochfrequenzschwingungen in der drahtlosen Telegraphie benutzt (1904). Praktische Verwendung fand jedoch dieser sog. Gasdetektor nicht, da die Verbesserung des Empfanges gegenüber dem mit Kristalldetektor doch nicht so groß war, daß die Verwendung der Heiz- und Anodenbatterie sich rechtfertigte. Erst als der Amerikaner *Lee de Forest* auf den Gedanken kam, den Elektronenstrom zwischen Glühkathode und Anode durch eine dritte Elektrode, das sog. Gitter, zu steuern, erlangte die Drei-Elektrodenröhre als sog. Audion immer wachsendere Bedeutung.

Die Audionschaltung von *de Forest* (1907), sowie seine Niederfrequenzverstärkerschaltung führte bereits zu ausgezeichneten Ergebnissen. Zu gleicher Zeit konstruierte der Österreicher *Robert von Lieben* ein „Röhrenrelais", wobei er in eine Wehneltröhre zwischen Glühfaden und Anode ein Metallsieb als Steuerelektrode einbaute. Es gelang ihm, die dem Gitter und der Kathode zugeführten Wechselströme etwa zehnfach zu verstärken. Die Liebenröhre wurde seinerzeit auch in den Verstärkerämtern zum Telephonieren auf Drähten auf größere Strecken verwendet. Der Betrieb dieser Röhren war jedoch wegen des hohen Luftgehaltes und der damit verbundenen Ionenbildung sehr unsicher, ihre Lebensdauer kurz. Dieser Übelstand wurde beseitigt, als es vor allem durch die gründlichen Versuche des Amerikaners *S. Langmuir* gelang, hochvakuierte Röhren mit Glühkathoden herzustellen. Da bei hohem Vakuum ein reiner Elektronenstrom übergeht, dessen Stärke man durch den Heizstrom und die Anodenspannung bequem und scharf einstellen kann, so war damit die Frage des Elektronenrelais gelöst.

Der Industrie war hiermit ein klares Fabrikationsziel gegeben, das in Deutschland in erster Linie die Telefunken-Gesellschaft mit großem Eifer verfolgte. Die Hochvakuumtechnik ist heute hauptsächlich durch die von *Gaede* konstruierten besonders leistungsfähigen Luftpumpen so weit entwickelt, daß die Herstellung von Verstärkerröhren kleinster Leistung und von Senderöhren bis zu 40 KW u. m. Leistung keine Schwierigkeiten mehr bereitet.

Ebenso groß wie der Unterschied zwischen den ursprünglichen Funkensendern und den neuzeitlichen Röhrensendern ist auch der Abstand zwischen dem ersten Fritter-Empfänger *Marconis* und den jetzigen Röhrenempfängern. In Deutschland wurden die ersten Empfangsapparate nach den Systemen von *Braun-Siemens* und *Slaby-Arco* entwickelt. Der wenig zuverlässige Kohärer wurde bald durch den weit empfindlicheren Detektor ersetzt, der die schnellen Schwingungen der Empfangsantenne in langsamere, im Telephon vernehmbare Schwingungen umwandelt. Die Morsezeichen werden dann im Telephon als Rhythmen abgehört. Der heute so verbreitete Kristalldetektor besteht aus einer Kontaktstelle zwischen einer Metallspitze und einer Kristallfläche und ist schon seit 1905 in Gebrauch. Ebenso sind die im Rundfunk verwendeten Detektorempfangsgeräte als Primär- und Sekundärempfänger bereits vor dem Jahre 1910 bei den Schiffs- und Landstationen im Gebrauch gewesen.

Die durch den Detektor gleichgerichteten Empfangsströme sind zu schwach, um einen Morse-Apparat zu betätigen, sie können jedoch an einem empfindlichen Seitengalvanometer Ausschläge hervorrufen, die auf photographischem Wege registriert werden können (Lichtschreiber).

Zum Empfang ungedämpfter Wellen sind besondere Vorrichtungen erforderlich, von denen der Schleifer, der *Poulsen*sche Tikker sowie der Schwebungszusatzkasten die bekanntesten sind. Die von *de Forest* und *A. Meißner* angegebene Audionschaltung mit Rückkoppelung führte zu dem heute sehr verbreiteten Rückkoppelungsempfänger.

Digitized by Google

Die Hörweite eines Empfängers findet ihre Grenze, wenn die Empfangsströme so schwach werden, daß sie den Detektor und das Telephon nicht mehr erregen können. Man hatte daher schon frühzeitig das Bestreben, die schwachen Empfangsströme durch relaisähnliche Vorrichtungen zu verstärken.

Zuerst ging man dabei von den in der Drahttelegraphie üblichen magnetischen Vorrichtungen aus. Die mit Masse beschwerten Einrichtungen eigneten sich jedoch wegen ihrer Trägheit nicht besonders zur Verstärkung der schnellen Schwingungen der drahtlosen Telegraphie. Erst durch die Erfindung der Verstärkerröhre wurde die Lautverstärkung in neue Bahnen gelenkt. Da diese Röhre ohne jede bewegte Masse arbeitet, kann man durch sie nicht nur die niederfrequenten Detektorströme, sondern auch unmittelbar die hochfrequenten Empfangsströme verstärken. Die Reichweite der drahtlosen Verbindung hat durch die erstmals im Weltkrieg eingeführten Verstärkerröhren eine erhebliche Steigerung erfahren. Jedem Amateur ist es möglich, mit Rahmen und drei- bis fünffacher Röhrenverstärkung Telegramme und Musik aus allen Ländern der ganzen Erde zu empfangen.

Geradezu erstaunlich sind die Leistungen der Kurzwellentelegraphie. Wer vor oder während des Krieges noch mit den fahrbaren Stationen ohne Empfangsverstärker gearbeitet und es erlebt hat, wenn in stiller Nacht aus 30 km Entfernung „Empfang" eintrat, der muß nun wirklich erstaunt sein, wenn er hört, daß heute Kurzwellen-Amateure Empfangs- und Sendeversuche über die ganze Erde anstellen. Von München aus mit einem Amateur in Mexiko oder Australien zu verkehren, ist heute mit bequemeren und einfacheren Mitteln zu erreichen als vor fünfzehn Jahren etwa eine F.T.-Verbindung mit Augsburg. Raum und Zeit sind in nie geahntem Maße durch die Hochfrequenz-Technik überwunden worden, die Entfernungen haben für den Gedankenaustausch der Völker untereinander praktisch keine Bedeutung mehr.

Literaturübersicht[1])

Feddersen, B. W.: Entladung der Leidener Flasche. Ostwalds Klassiker Nr. 166.

Bezold, W. von: Untersuchungen über die elektr. Entladung. 1857—1866. Pogg. Ann., Bd. 140, S. 541.

Hertz, Heinrich: Untersuchung über die Ausbreitung der elektr. Kraft. Gs. Werke, Bd. II.

Braun, F.: Elektr. Schwingungen u. drahtlose Telegraphie. Jahrb., Bd. 21 (1910) S. 1 u. Jahrb., Bd. 8 (1914) S. 475.

Slaby, A.: Der Multiplikationsstab. ETZ, Bd. 24 (1903) S. 1007.

Dönitz, J.: Der Wellenmesser und seine Anwendung. ETZ. Bd. 24 (1903) S. 920.

Wien, Max: Über die Intensität der beiden Schwingungen eines gekoppelten Senders. Phys. Zs., Bd. 7 (1906) S. 871.

Lepel, E. von: The Lepel wireless telegraph System. Electrician, Bd. 64 (1909) S. 153.

Poulsen, V.: Ein Verfahren zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen. ETZ, Bd. 27 (1906) S. 1040. 1075.

Rein, H.: Der radiotelegraphische Gleichstromtonsender. Phys. Zs., Bd. 2 (1910) S. 591.

Arco, Graf v.: Das neue Telephonsystem. Jahrb., Bd. 2 (1908) S. 551 und Jahrb., Bd. 4 (1910) S. 79.

Alexanderson, E. F. W.: Wechselstrommaschine für die Frequenz 100 000. ETZ. Bd. 30 (1909) S. 1003.

Goldschmidt, R.: Maschinelle Erzeugung v. elektr. Wellen für drahtlose Telegraphie. ETZ. Bd. 32 (1911) S. 54.

Zenneck, J.: Die Transformation der Frequenz. Jahrb., Bd. 7 (1913) S. 412.

Arco, Graf v.: Drahtlose Telegraphie. Jahrb., Bd. 7 (1912) S. 106.

Braun, F.: Ein neuer Wellenanzeiger. ETZ, Bd. 27 (1906) Nr. 59, S. 1199.

Schlömilch, W.: Ein neuer Wellendetektor für drahtlose Telegraphie. ETZ, Bd. 24 (1903) S. 959.

Branels, H.: Über ein Vakuum-Thermoelement. Phys. Zs., Bd. 6 (1905) S. 503.

Kiebitz, F.: Über aperiodische Detektorkreise. ETZ, Bd. 32 (1912) S. 132.

Fessenden, R. A.: The principles of electric wave telegraphy. Electrician, Bd. 59 (1907) S. 985.

Wehnelt, A.: Ein elektrisches Ventilrohr. Ann. d. Phys., Bd. 19 (1906) S. 138.

Fleming, I. A.: Oscillation wave or audion. Electrician. Bd. 61 (1908) S. 843.

Forest, L. de, Der Audion-Detektor und -Verstärker. ETZ. Bd. 35 (1914) S. 699.

Lieben, R. v., Reiß, E. und *Strauß, S.:* Relais für undulierende Ströme. DRP. Nr. 236 716 v. 4. 9. 1910.

Langmuir, J.: Vakuumröhre. Phys. Zs., Bd. 15 (1914) S. 348.

Meißner, A.: Über Röhrensender. ETZ, Bd. 40 (1919) S. 65.

Rukop, H.: Die Hochvakuum-Gitterröhre. Jahrb., Bd. 14 (1920) S. 110.

[1]) Jahrb. = Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie.
ETZ = Elektrotechnische Zeitschrift.
Phys. Zs. = Physikalische Zeitschrift.

Digitized by Google

DIE ENTWICKLUNG DES FREILEITUNGS-STÜTZEN-ISOLATORS

Von Dr.-Ing. W. Weicker, Hermsdorf i. Thür.

Die geschichtliche Entwicklung des Freileitungs-Isolators ist aufs engste mit der Entwicklung der Elektrotechnik verknüpft. So wie sich diese aus der Schwachstromtechnik zunächst langsam, dann immer rascher zur Starkstromtechnik mit ihren ständig höher werdenden Spannungen entwickelte, stiegen auch die Anforderungen, die an die Freileitungs-Isolatoren gestellt werden mußten. Man kann daher ziemlich scharf unterscheiden zwischen:

1. Schwachstrom-Isolatoren, die nur zur Isolierung der zu Telegraphen-, Fernsprech-, Signal- und ähnlichen Anlagen dienenden Leitungen bestimmt sind;
2. Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren, die zur Isolierung der oft sehr starken, aber nur mit höchstens etwa 500 V betriebenen Leitungen der Verteilungsnetze von Überlandwerken dienen und
3. Hochspannungs-Isolatoren, die für die Fernübertragung des elektrischen Stromes in Betracht kommen, und bei denen mit Rücksicht auf die hohe zu isolierende Spannung ganz besondere Anforderungen an den Isolator gestellt werden.

Während die Entwicklung der beiden ersten Isolatorenarten heute wohl als abgeschlossen gelten kann, ist dies bei der dritten Klasse noch nicht der Fall. Immerhin haben sich auch hier im Laufe der Jahre bestimmte Richtlinien durchgesetzt, so daß, wenigstens bei Stützen-Isolatoren, auch hier von einem gewissen Abschluß gesprochen werden kann, der ja auch durch die Normung der Delta-Isolatoren für Betriebs-Spannungen bis 35 000 V durch den Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) äußerlich zum Ausdruck gekommen ist.

Schwachstrom-Isolatoren

Der Bau der ersten Telegraphenlinien geht auf den Anfang der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück, nachdem durch die Erfindung des Morsetelegraphen die Möglichkeit einer Übertragung von Nachrichten auf elektrischem Wege gegeben war. Da die unterirdische Leitungsverlegung anfänglich infolge der unvollkommenen Guttapercha-Isolierung und schlechten Bewehrung der

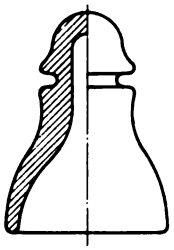


Abb. 1

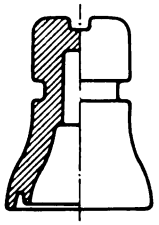


Abb. 2

ersten Kabel den Ansprüchen nicht genügte, ging man versuchsweise zu oberirdischer Leitungsverlegung über, wobei als erster Porzellan-Isolator die von *Werner Siemens* angegebene Glockenform, Abb. 1, verwendet wurde. Der Isolator wurde mit Schwefel auf eine eiserne Stütze aufgekittet und der Kupferdraht einmal um den Hals des Isolators gelegt. Durch Reibung und Zug des Drahtes brach jedoch der Kopf häufig ab, so daß schon 1852, nachdem an Stelle von Kupferdraht der stärkere Eisendraht eingeführt worden war, auch kräftigere Isolatoren verwendet wurden. Insbesondere erhielt der neue Isolator oben auf dem Kopf und seitlich am Hals eine größere Rille, welche die noch heute übliche Bindung des Drahtes im oberen oder seitlichen Drahtlager ermöglicht. Abb. 2. Um ein Aufsteigen des am Isolator herunterfließenden Regenwassers nach innen zu verhindern, wurde der untere Glockenrand ausgekehlt.

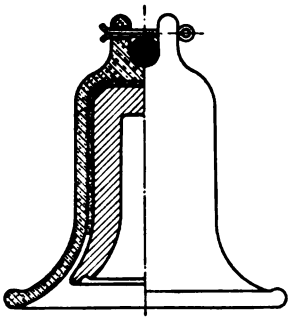


Abb. 3

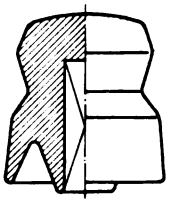


Abb. 4

Da jedoch auch bei diesem Isolator häufige Beschädigungen durch Spalten oder Abspringen des Kopfes vorkamen, so versuchte man 1854, nach amerikanischem Muster, durch Aufbringen einer eisernen Schutzkappe eine größere Widerstandfähigkeit zu erzielen. Doch auch jetzt traten infolge der verschiedenen Ausdehnung der mit Schwefel aufgekitteten Schutzkappe und des Porzellans häufige Sprengungen ein. Es wurden daher 1855 eiserne Isolierglocken mit eingekittetem Porzellanfutter eingeführt, Abb. 3, bei denen der lose zwischen zwei Rippen der Eisenglocke eingelegte Leitungsdraht durch einen federnden Splint gehalten werden sollte.

Indessen auch dieser Isolator bewährte sich nicht, da bei ihm, abgesehen von dem Durchgleiten der Leitung infolge von Drahtbrüchen, bei feuchtem Wetter ein zu großer Stromverlust nach der Erde infolge des zu kurzen Isolationsweges eintrat. Auch der von *Borggreve* 1857 entwickelte Isolator, Abb. 4, der wieder einen reinen Glas- oder Porzellan-Isolator mit kräftigem Kopf und seitlichem Drahtlager zur Befestigung des Drahtes an jedem Stützpunkt (außerdem eine Vierkant-Stütze) vorsah, erfüllte noch nicht alle Erwartungen.

Es wurde daher 1857 eine besondere Kommission in Berlin zur Schaffung eines neuen Isolators einberufen, die sich gemäß Abb. 5 für eine langgestreckte Glocke von geringem Durchmesser zwecks Erhöhung des Isolationswiderstandes entschied; zugleich sollte das Eindringen von Nebel in den Hohlraum des Isolators durch Bildung einer ruhenden Luftschicht erschwert werden. Durch die Anwendung von weißem Glas erhoffte man außerdem das Fernbleiben von Spinnen und Insekten, die sich in den dunklen Hohlräumen anderer Isolatoren verkrochen hatten.

Wenngleich dieser Isolator auf einer Versuchsstrecke alle bis dahin bekannten Glocken an Isolierfähigkeit übertraf, kam er doch nicht zur allgemeinen Einführung, weil inzwischen 1858 von dem preußischen Generaltelegraphendirektor *v. Chauvin* ein noch weit besserer Isolator, die Porzellandoppelglocke, Abb. 6, vorgeschlagen worden war.

Digitized by Google

Dieser Isolator unterscheidet sich von den bisherigen hauptsächlich durch den doppelten Mantel, der neben einem wesentlich vergrößerten Übergangswiderstand vor allem die Bildung von Tau auf den inneren Mantelflächen verhindern soll. Denn die zwischen beiden Glocken befindliche ruhende Luftschicht soll einen gewissen Schutz gegen Wärmeableitung bieten, so daß die Temperatur der inneren Glocke möglichst nicht auf den Taupunkt sinkt. Außerdem gewährt die Doppelglocke natürlich auch gegen äußere mechanische Einwirkungen, wie Steinwürfe, besseren Schutz und büßt auch bei Zertrümmerung des äußeren Mantels noch nicht ihre volle Isolierfähigkeit ein.

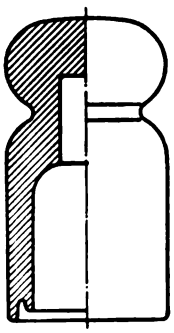


Abb. 5

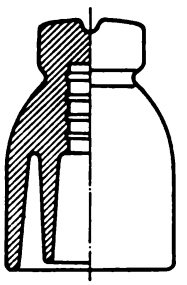


Abb. 6

Die Vorteile der Porzellandoppelglocke erwiesen sich denn auch bald als so wesentlich, daß dieser Isolator schon 1862 in der preußischen Verwaltung allgemein eingeführt wurde und heute, wenn auch mit äußerlichen Verschiedenheiten, von den meisten Ländern der Erde übernommen ist.

In Deutschland wurde ursprünglich die eiserne Stütze mittels Kitt im Isolator befestigt, zu welchem Zwecke das Stützenloch die in Abb. 6 ersichtlichen Kittriefen erhielt. Heute werden die Stützen ziemlich allgemein mittels ölgetränkten Hanfs aufgedreht, zu welchem Zwecke die Stützen seitliche Aufhiebe, der Isolator innen Gewinde erhalten. Je nach der Stärke des Leitungsdrahtes und der Art der Stützpunkte wird der Isolator von der deutschen Reichstelegraphenverwaltung in drei Größen benutzt, die in Abb. 7 bis 9 nebeneinander dargestellt sind [1]).

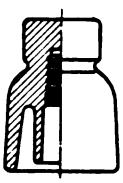


Abb. 7

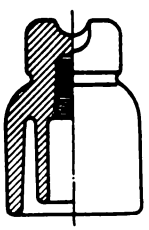


Abb. 8

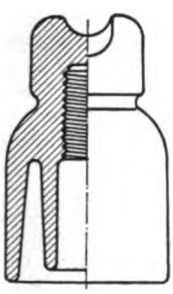


Abb. 9

Abb. 10

[1]) Die Abbildungen sind in folgenden Maßstäben verkleinert wiedergegeben:

M 1 : 4 : Abb. 1—27, 30—34 und 55
M 1 : 4,5: „ 63
M 1 : 5 : „ 35—37, 40—54, 57, 66, 68 und 70—73
M 1 : 6 : „ 67
M 1 : 6,4: „ 56 und 61
M 1 : 7 : „ 59.

Bei den übrigen Abbildungen ließ sich die Isolatorgröße nicht genau feststellen.

Unter den in andern Ländern verwendeten Isolatorarten seien nur einige besonders bezeichnende Ausführungsformen herausgegriffen.

So unterscheidet sich der von der englischen Telegraphenverwaltung auf Vorschlag von *Lewis* eingeführte Isolator dadurch von der deutschen Bauart, daß bei ihm die eiserne Stütze unmittelbar in das Porzellangewinde des Isolators eingeschraubt wird, Abb. 10. Dieses muß infolgedessen besonders sorgfältig hergestellt sein (mit Vollbohrer geschnitten werden). Die ursprünglich von *Cordeaux* zur Abdichtung der Stütze vorgeschlagene Kautschukplatte hat sich dabei als unnötig erwiesen[2]) und wird bei den heutigen englischen Isolatoren nicht mehr gebraucht.

Ein in Südamerika viel verwendeter Isolator, Abb. 11, ist von Baron *de Capanema* angegeben worden; er zeichnet sich durch die eigentümliche Befestigungsweise des Leitungsdrahtes aus [3]). Zu diesem Zwecke wurde nämlich ein Stück kugelförmiges Lot mittels besonderer Gießform auf die betreffende zuvor beim Spannen der Leitung gekennzeichnete Stelle des Leitungsdrahtes aufgegossen und in die Kopfrille des Isolators eingelegt. Die Kugel gelangt dabei in eine Vertiefung des Isolatorkopfes und wird in dieser durch einen Querstift ohne jegliche Bindung gehalten.

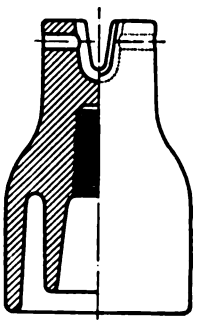


Abb. 11

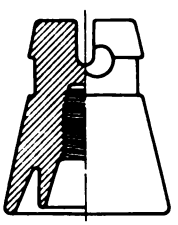


Abb. 12

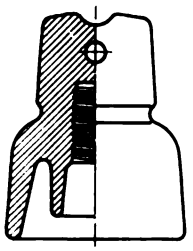


Abb. 13

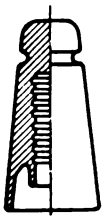


Abb. 14

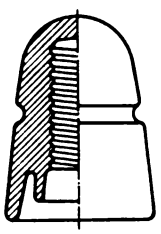


Abb. 15

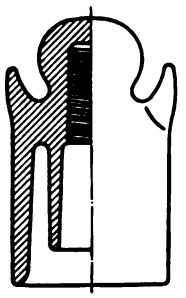


Abb. 16

Eine besonders einfache Leitungsverlegung, auch ohne Drahtbindung, soll ein in Norwegen eingeführter Isolator, Abb. 12, ermöglichen, bei dem der Leitungsdraht in eine tiefe Kopfrille eingelegt, jedoch durch zwei seitliche Einschnitte nach geringer Verdrehung auf der Stütze am Hochgleiten verhindert wird.

Noch einfacher sind die älteren türkischen Formen, bei denen der Leitungsdraht einfach durch eine Öffnung im Kopf des Isolators hindurchgezogen wurde, Abb. 13.

Als zwei nach ganz entgegengesetzten Gesichtspunkten durchgebildete Isolatoren sollen endlich noch ein japanisches und ein kanadisches Isolatormodell erwähnt werden. Jenes, Abb. 14, ausgezeichnet durch auffallend schlanken Bau zur Erzielung größten Isolationsweges, dieses, Abb. 15, ausgezeichnet durch äußerst gedrungenen Bau zur Erzielung möglichst großer mechanischer Festigkeit, indem der Leitungszug fast in der unteren Hälfte des Stützenloches angreift.

[2]) Electrical Review (1887), S. 4661 — Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ), Bd. 8 (1887), S. 343.

[3]) Telegraphic-Journal, Bd. 11, S. 214. — ETZ, Bd. 3 (1883), S. 34.

Digitized by Google

Die französischen Isolatoren, Abb. 16, fallen durch ihre abstehenden „Ohren" auf, die zur leichteren Befestigung des Bindedrahtes dienen sollen. Überhaupt gibt es hinsichtlich der Befestigung des Leitungsdrahtes eine Unzahl von Sonderausführungen, die jedoch größtenteils Vorschläge geblieben sind, da sich die einfache starre Bindung mit Kopf- oder Seitenbund doch am besten bewährt hat.

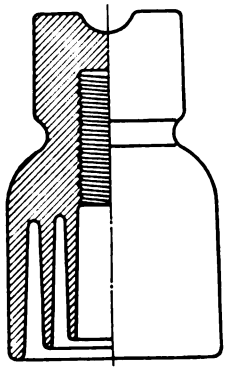


Abb. 17

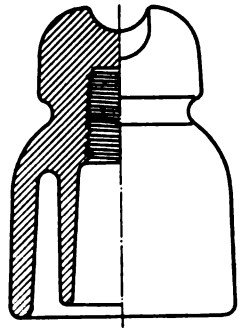


Abb. 18

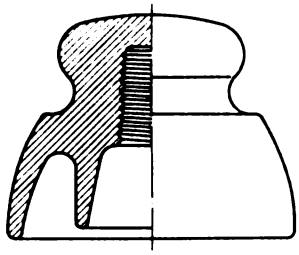


Abb. 19

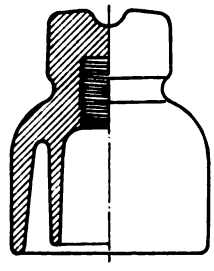


Abb. 20

Natürlich hat es nicht an Bestrebungen gefehlt, den Oberflächenwiderstand, auf den es ja bei Schwachstrom-Isolatoren allein ankommt, noch weiter zu erhöhen. So ist wiederholt vorgeschlagen worden, die innerste der Porzellanglocken mit Rillen zu versehen, um einen größeren Übergangsweg zu schaffen. Über Versuche, die vom Telegraphentechnischen Ingenieurbüro mit derartigen Isolatoren angestellt wurden, ist wohl letztmalig 1897 ausführlich im Archiv für Post und Telegraphie[4]) berichtet worden. Hiernach besteht die Hauptwirkung der Riffelung darin, daß sich bei feuchtem Wetter eine zusammenhängende Feuchtigkeitsschicht auf den inneren Glockenwandungen nicht so schnell bildet wie bei den normalen Glocken. Dagegen haben diese vor den gerillten den Vorzug, daß sie nach Eintritt trockenen Wetters ihre ursprüngliche Isolationsfähigkeit sehr schnell, die andern hingegen erst nach geraumer Zeit wiedergewinnen. Hinzu kommt, daß die Riffelung bei längerem Gebrauch der Glocken das Ablagern von Staub- und Rußteilchen im Innern der Glocken zweifellos begünstigt und dadurch das Isolationsvermögen beeinträchtigt, und daß endlich die durchaus notwendige Reinigung der Glocken durch das Vorhandensein der Riffelung erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht wird.

Dieses Gutachten ist deshalb hier nahezu wörtlich aufgeführt, weil es zugleich sehr treffend die Anforderungen, die an einen Schwachstrom-Isolator hauptsächlich zu stellen sind, kennzeichnet. Zur Durchführung derartiger Versuche wird im Telegraphentechnischen Versuchsamt des Reichspostamtes eine besondere Prüfeinrichtung[5]) (Regenschrank) benutzt, worin die aufrecht auf Stützen stehenden Isolatoren einem verschieden starken künstlichen Regen beliebig lange unterworfen werden und gleichzeitig ihr Isolationswiderstand bei verschiedenster Luftfeuchtigkeit gemessen werden kann. Über das Ergebnis derartiger Versuche ist früher ausführlich berichtet worden[6]). Hier sei daraus nur erwähnt, daß trockene Isolatoren, sowohl in neuem wie in verschmutztem Zustande (nach längerem Betrieb), durchgängig einen Widerstand von weit mehr als 5000 Megohm (nach anderweiten Messungen bis zu mehreren 100 000 Megohm) aufweisen, der unter Regen sehr erheblich, bei stark verschmutzten, gebrauchten Isolatoren sogar bis auf 1 Megohm und darunter sinken kann. Dabei hob sich nach dem Aufhören des Regens der Isolationswiderstand um so schneller wieder, je reiner die Glocken innen und außen waren.

Selbstverständlich kann auf diese Weise nur der hauptsächlich durch die Luftfeuchtigkeit bedingte Oberflächenwiderstand des Isolators, auf den es für die praktische Verwendung auch allein ankommt, bestimmt werden. Der Durchgangswiderstand (also der quer durch den Isolierstoff vom Leitungsdraht nach der Stütze gemessene Widerstand) ist demgegenüber bei gutem Porzellan so hoch, daß die hierdurch bedingten Stromverluste unbedingt zu vernachlässigen sind. Neue Messungen der Phys.-Techn. Reichsanstalt, bei denen durch Anwendung eines besonderen Schutzringes um den unteren Rand der äußeren Porzellanglocke alle Oberflächenströme abgefangen wurden, so daß der reine Durchgangswiderstand ermittelt werden konnte, haben für diesen Werte von mindestens 800 000 Megohm ergeben. Es wird hierdurch erneut die Widersinnigkeit der Forderung bestimmter Isolationswerte für Schwachstrom-Isolatoren bestätigt, wenn bei der Messung nicht mit Sicherheit die störende Wirkung von Oberflächenströmen ausgeschlossen ist.

Naturgemäß können für den Durchgangswiderstand die oben erwähnten hohen Werte nur dann erhalten werden, wenn das Porzellanmaterial selbst unbedingt dicht und unhygroskopisch ist.

Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren

Während das Haupterfordernis, das ein Schwachstrom-Isolator zu erfüllen hat, ein möglichst hoher Oberflächen-Isolationswiderstand ist, damit Stromverluste der Leitung nach der Erde vermieden werden, tritt dieser Gesichtspunkt für Starkstrom-Isolatoren völlig zurück. Denn bei den großen Stromstärken, die Niederspannungsverteilungsleitungen meist führen, spielt ein mehr oder weniger großer über die Isolatoren nach der Erde abfließender Verluststrom keine Rolle. Dagegen müssen derartige Isolatoren in mechanischer Beziehung ziemlich viel aushalten, da bei den meist starken Leitungsdrähten und oft großen Spannweiten beträchtliche Zugkräfte am Isolator wirken können.

Abb. 21

Abb. 22

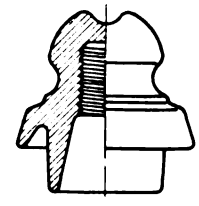


Abb. 23

Von den Schwachstrom-Isolatoren unterscheiden sich daher die Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren hauptsächlich durch die größere Hals- und Scheitelrille, da ein Leitungsdraht größeren Durchmessers auf eine zu kleine Halsrille sprengend wirken würde. Den großen Leitungszügen entsprechend muß auch die Stütze der Starkstrom-Isolatoren kräftiger gehalten sein, was wiederum ein größeres Stützenloch im Isolator bedingt. Da der Leitungszug, um keine Scherbeanspruchung des Porzellankopfes herbeizuführen, möglichst tief, zweckmäßigerweise in einer etwa durch die Mitte des Stützen-

[4]) ETZ, Bd. 18 (1897) S. 338.
[5]) ETZ, Bd. 13 (1892) S. 338.
[6]) ETZ, Bd. 14 (1893) S. 503.

Digitized by Google

loches verlaufenden Ebene angreifen soll, so ergeben sich Isolatoren mit verhältnismäßig hohem Kopf, während die Ausbildung der Isolierglocke selbst, für die kein besonders hoher Isolationswiderstand erforderlich war, ziemlich nebensächlich war. Es finden sich daher unter den Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren der ersten Zeit die verschiedensten, zunächst meist den Schwachstrom-Isolatoren nachgebildeten Formen, von denen die Abb. 17 bis 20 eine willkürliche Auswahl zeigen. Wenn die Mehrzahl derartiger Isolatoren teilweise sogar mehr als zwei zylindrische Mäntel aufweisen, so geschah dies wohl nur aus Gründen der mechanisch-kräftigeren Bauart. Bei einigen Isolatoren, wie bei den RTI-Isolatoren der SSW, die etwa seit 1902 aufkamen, wurde dagegen bewußt und mit Recht auf diese den Schwachstrom-Isolatoren entlehnte Formgebung verzichtet. Dieser Gesichtspunkt, nämlich eine schon äußerlich von den Schwachstrom-Isolatoren stark abweichende Formgebung, wurde auch bei der Normung der Porzellan-Isolatoren durch den VDE im Jahre 1920 als ausschlaggebend anerkannt. Daher wurden als Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren die drei in Abb. 21 bis 23 dargestellten Isolatoren genormt, die für verschieden große Leitungsquerschnitte bis 10, bis 35 und 150 mm² bestimmt sind.

Hochspannungs-Isolatoren

Für Hochspannungs-Isolatoren kommen außer den auch für Niederspannungs-Isolatoren zutreffenden Forderungen eines dichten, völlig unhygroskopischen Scherbens und ausreichender mechanischer Festigkeit einige ganz neue Anforderungen hinzu: Die Isolatoren müssen gegen hochgespannten Strom durchschlagsicher sein, und sie müssen auch vollkommene Sicherheit gegen Überschläge außen um den Isolator (Randentladungen) bieten. Der ersten Forderung muß durch eine genügend große, gegebenenfalls mehrfach unterteilte Wanddicke, der zweiten Forderung durch entsprechend große Isolatoren, deren äußere Form das Entstehen von Überschlägen oder Randentladungen mit Sicherheit verhindert, Rechnung getragen werden. Dabei ist es besonders wichtig, daß diese hohe Überschlagspannung nicht nur in trockenem Zustand, sondern unter den ungünstigsten Witterungsverhältnissen, also vor allem bei kräftigem Regen, feuchtem Schnee, stärkstem Nebel sowie unter den verschiedensten sonstigen Betriebsverhältnissen, also auch bei starker Verschmutzung in der Nähe von industriellen Anlagen usw., erhalten bleibt. Es ist nun außerordentlich lehrreich, zu verfolgen, wie diese Forderungen, die mit immer höheren Spannungen noch an Bedeutung gewinnen, die Entwicklung des Hochspannungs-Isolators beeinflussen, und welche Formen und Bauarten sich im Laufe der Zeit als ihrem Zweck am meisten entsprechende herausgebildet haben.

In Deutschland setzt die Entwicklung der Hochspannungstechnik für Zwecke der elektrischen Kraftübertragung mit dem Jahre 1891 ein, als zum ersten Male bei Gelegenheit der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. eine nennenswerte Nutzleistung (etwa 180 PS) auf größere Entfernung (170 km) von Lauffen nach Frankfurt mit etwa 70 bis 75 vH Wirkungsgrad übertragen wurde. Als Übertragungsspannung war ursprünglich 25 000 V (14 bis 15 000 V gegen Erde) in Aussicht genommen. Da jedoch infolge unvorhergesehener Schwierigkeiten die Inbetriebsetzung der Anlage erst in den letzten Ausstellungsmonaten erfolgen konnte und man unter allen Umständen Betriebstörungen jeder Art vermeiden wollte, so wurde während der Ausstellungszeit die Spannung auf 15 000 V beschränkt; dagegen wurden nach Schluß der Ausstellung eingehende Versuche mit Spannungen bis 25 000, sogar 30 000 V angestellt.

Verlegt wurden die 7 mm dicken Hartkupferdrähte auf 14 m hohen Holzmasten, die zum Schutz gegen Blitzschläge, und um das unbefugte Besteigen zu erschweren, mit Stacheldraht versehen waren, der in mehreren Windungen von der Spitze des Mastes (von der Klemmstelle des die einzelnen Maste verbindenden Blitzschutz-Stacheldrahtes) nach dem Mastfundament geführt war. Die eisernen Stützen der zur Isolierung des Leitungsdrahtes dienenden 3 Isolatoren waren auf dem Kopf des Mastes und an einer gemeinsamen Holztraverse aufgeschraubt und im Isolator mittels Hanf befestigt. Die Isolatoren selbst waren sogenannte Öl-Isolatoren, mit deren Lieferung die Firma *H. Schomburg & Söhne, Berlin*[7]) beauftragt wurde, da sie schon seit Jahren ähnliche Öl-Isolatoren für die Firma *Johnson & Philipps* hergestellt hatte.

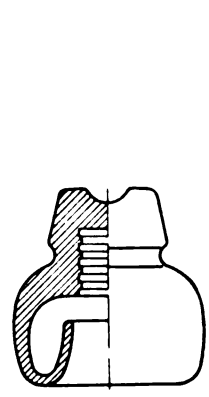


Abb. 24

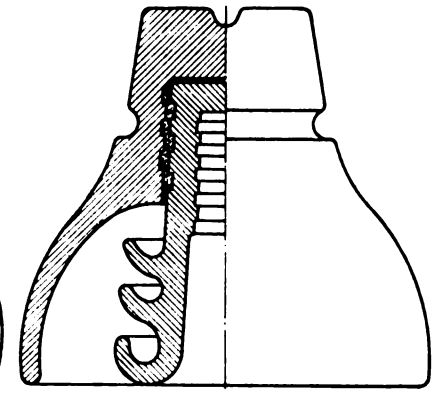


Abb. 25

Diese Öl-Isolatoren, Abb. 24, zeichneten sich dadurch von gewöhnlichen Schwachstrom-Isolatoren aus, daß bei ihnen der äußere Mantel nach innen gebogen ist, wodurch eine zur Aufnahme von Öl bestimmte ringförmige Rille gebildet wurde. Da derartige Isolatoren bisher nur für weit niedrigere Spannungen verwendet worden waren, so wurden für die Lauffen—Frankfurter Kraftübertragung die in Abb. 25 dargestellten Isolatoren (jedoch zunächst aus einem Stück bestehend) vorgesehen, die eine dreifache Ölrille aufwiesen und bei einem Durchmesser von 230 mm, einer Höhe von 220 mm und einem Gewicht von etwa 5 kg die überhaupt größten Isolatoren waren, die man bis dahin angefertigt hatte[8]). Bei der Herstellung dieser Isolatoren stellten sich denn auch zunächst ziemliche Schwierigkeiten ein, da infolge der großen Verschiedenheit der Wanddicke und der dadurch bedingten Spannungen die Isolatoren, oft noch vor dem Brande, größtenteils rissen und sprangen. Die Isolatoren wurden daher in der aus Abb. 25 ersichtlichen Weise, aus zwei für sich gebrannten Teilen, die durch Gips miteinander vereinigt wurden, hergestellt. Da jedoch die Lieferungsfrist zu kurz war, so war es nicht möglich, alle 12 000 für die ganze Strecke benötigten Isolatoren rechtzeitig fertigzustellen. Es konnte daher nur ein Drittel der ganzen Strecke mit diesen großen Isolatoren ausgerüstet werden, während für zwei Drittel der Strecke kleinere Isolatoren, ähnlich Abb. 24, jedoch mit 125 mm Durchmesser und 120 mm Höhe verwendet werden mußten[9]).

Vor dem Einbau wurden sämtliche Isolatoren, die bereits vorher auf der eisernen Stütze befestigt worden waren, mit 30 000 V behelfsmäßig geprüft. Hierbei ergab sich bei den aus einem Stück hergestellten Isolatoren ein Ausfall von 3 vH, während die zweiteiligen bis auf einige Stücke, die auf dem Transport zersprungen waren, die elektrische Prüfung gut überstanden.

Was nun die Bewährung der Isolatoren im Betriebe auf der Freileitung selbst anbelangt, so ist nach den damaligen Berichten[10]) nur ein einziger Isolator, und zwar bei der höchsten versuchsweise angewandten Spannung von

[7]) Diese 1853 gegründete Porzellanfabrik, die sich schon seit 1866 mit der Herstellung von elektrotechnischem Porzellan befaßte, gehört heute mit ihren Werken Margarethenhütte bei Bautzen und Roßlau i. Anh. der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. an.

[8]) ETZ, Bd. 12 (1891) S. 287.

[9]) ETZ, Bd. 12 (1891) S. 691.

[10]) ETZ, Bd. 13 (1892) S. 40.

Digitized by Google

30 000 V, durchgeschlagen, während zwei andre kleinere Störungen durch einen Drahtbruch bzw. einen auf einen Herstellungsfehler zurückzuführenden Isolatorbruch (Sprung) verursacht wurden. Alle diese Vorkommnisse bezogen sich auf die in größter Eile hergestellten großen Isolatoren mit dreifacher Ölrille, während von den kleineren Isolatoren kein einziger zersprengt oder durchgeschlagen wurde.

So gut nach diesen gedruckten Berichten sich auch die hier verwendeten Öl-Isolatoren auf der Versuchsleitung bewährten, so ergaben sich doch in Wirklichkeit gewisse Schwierigkeiten, die bei dem damaligen Stand technischer Kenntnis allerdings unvermeidlich waren.

Zunächst machte die Füllung der Isolatoren mit Öl, die ursprünglich vor der Montage vorgenommen wurde, ziemliche Schwierigkeiten, da das Öl bei schräger Lage der Isolatoren teilweise auslief. Später wurde es nachträglich mit Hilfe großer Spritzen eingefüllt, was jedoch auch nicht abging, ohne daß die Isolatoren auch außen mit Öl bespritzt wurden. Die Folge davon war, daß sich die ölige Fläche sehr bald mit einer dicken Kruste toter Fliegen und Insekten sowie von Staub bedeckte, was zu gelegentlichen Überschlägen und Mastbränden führte. Nach einem Jahre stellte sich dann auch heraus, daß das Öl im Innern des Isolators verschwunden und durch eine Kruste toter Insekten usw. ersetzt war.

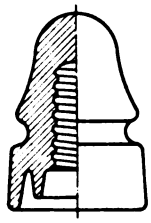


Abb. 26

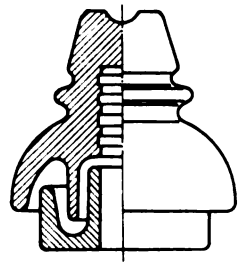


Abb. 27

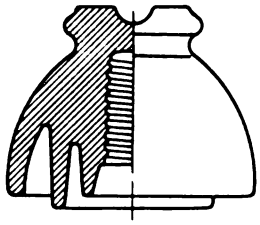


Abb. 28

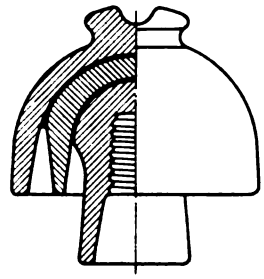


Abb. 29

Jedenfalls war man bei der Verwendung von Öl-Isolatoren für Hochspannungszwecke von ganz falschen Voraussetzungen ausgegangen. Denn tatsächlich ist es nicht der hohe Oberflächenwiderstand oder die durch die Ölbehälter angestrebte „Unterbrechung des von der Leitung nach der Stütze abgleitenden Funkens" oder die Vermeidung von „Stromverlusten", worauf nach Berichten der damaligen Zeit besonderer Wert gelegt wurde, sondern es sind ganz andere Gesichtspunkte, auf die es bei Hochspannungs-Isolatoren ankommt und auf die später noch näher zurückzukommen ist.

Daß die denkwürdige Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt von 1891 eigentlich den praktischen Bedürfnissen der damaligen Zeit weit vorausgeeilt ist, beweist die Tatsache, daß selbst in Amerika, dem klassischen Lande der Hochspannungstechnik, auch erst im Jahre 1890 die erste Wechselstrom-Kraftübertragung mit 3000 V entstand, wobei ein Glas-Isolator nach Abb. 26 verwendet wurde [11]).

[11]) *Converse:* High-Tension Insulators. Transactions of the International Electrical Congress, Bd. 2, St. Louis 1904, S. 350.

Es war das die damals in Amerika übliche Form gewöhnlicher Telegraphen-Isolatoren, die sich für diese Spannung auch ohne weiteres als ausreichend erwies.

Dem Beispiel der Lauffen-Frankfurter Kraftübertragung folgend, verwendete man bald danach auch in England und Amerika Öl-Isolatoren, so u. a. in Amerika bei der 10 000 V-Kraftübertragung in Pomona und San Bernardino, Cal., im Jahre 1892. Die hier und anderwärts benutzten verbesserten Öl-Isolatoren bestanden aus zwei getrennten Teilen, von denen der untere Teil, Abb. 27, auf einem Ansatz der eisernen Stütze oder wohl auch auf der Traverse selbst aufsaß und mit Öl gefüllt wurde, während der eigentliche Isolator mit seinem inneren Mantel in dieses Ölbad eintauchte. Indessen sind, wenigstens in Amerika, auch diese Isolatoren meist ohne Ölfüllung geblieben, die sich als unnötig oder unzweckmäßig erwies.

Für die nächsten Kraftübertragungen wurden daher in Amerika Isolatoren nach Abb. 28 verwandt, die sich durch einen möglichst großen Kriechweg (teilweise hatten die Isolatoren 4 und 5 Mäntel ineinander) auszeichneten. Da bei der in Amerika üblichen Herstellungsweise jedoch der Scherben der Isolatoren häufig porös war und daher die äußere Glasur einen Hauptteil der Isolierung zu übernehmen hatte, so wurden derartige Isolatoren nach Abb. 29 bisweilen aus mehreren, im Brennofen zusammenglasierten Einzelteilen hergestellt.

In Deutschland wie auch in der Schweiz waren die ersten betriebsmäßig, mit 10 000 V Übertragungsspannung arbeitenden Anlagen etwa 1895 gebaut worden. Hierfür wurden die schon im zweiten Abschnitt unter Niederspannungs-Starkstrom-Isolatoren behandelten Isolatoren benutzt. Wenn aus dichtem, einwandfreiem Porzellan hergestellt, sind diese und ähnliche Isolatoren, Abb. 30, besonders auf Holzmasten und in kleineren Netzen, auch ohne weiteres für diese Spannung geeignet, wie vielfache, noch heute damit in Betrieb befindliche Anlagen von 10 000 V und mehr beweisen. Zur Erzielung größerer Sicherheit wurden auch gelegentlich die Abmessungen derartiger Isolatoren noch mehr vergrößert, so z. B. bei einem Ende der 90er Jahre in Frankreich gebrauchten Isolator nach Abb. 31. Im Vergleich zu der unhandlichen Form derartiger Isolatoren (er wog nicht weniger als 4,7 kg) bedeutete es schon einen gewissen Fortschritt, den äußeren Mantel nach außen etwas geneigt anzuordnen, weil hierdurch der Abstand von dem Rand der äußeren Glocke nach der Stütze, auf den es bei Regen zur Vermeidung von Entladungen hauptsächlich ankommt, vergrößert wurde. Es entstanden so die Isolatoren nach Abb. 32 und 33. Der Isolator, Abb. 33, wog allerdings über 4 kg.

Ein andrer Weg, die Leistungsfähigkeit des alten Niederspannungs-Starkstrom-Isolators mit zylindrischen Mänteln zu erhöhen, bestand in der Zufügung eines weiteren, oberhalb der zylindrischen Mäntel angeordneten Schirmes, Abb. 34. Ein derartiger Isolator ist z. B. 1895 für die Anlage am Nord-Ostsee-Kanal (7500 V Spannung) verwendet worden.

In Oberitalien, wo die großen Wasserkräfte schon frühzeitig die Errichtung elektrischer Kraftübertragungsanlagen nahelegten, bedeutet der im Jahre 1896 erfolgte Bau einer Hochspannungs-Leitung von Paderno nach Mailand, mit der 15 000 PS auf 33 km bei 13 500 V Betriebsspannung übertragen werden konnten, auch auf dem Gebiete der Hochspannungs-Isolatoren einen Markstein, indem hier der unter den Namen „Paderno-Glocke" bekannte Isolator nach Abb. 35 erstmalig aufkam. Der Isolator, der später in verschiedenen Größen auch für weit höhere Spannungen mehrteilig, Abb. 36, gebaut wurde, ist gekennzeichnet durch die Übereinanderstellung gewissermaßen von zwei älteren Isolatoren mit schräg geneigten Mänteln nach Abb. 32 und bedeutete durch die wesentliche Vergrößerung der nutzbaren Schlagweite, d. h. des Abstandes des oberen Regenschutzmantels nach der Stütze, bereits einen bedeutsamen Fortschritt.

Digitized by Google

Fast gleichzeitig mit diesem Isolator war in Deutschland auf Grund langer folgerichtiger Forschungsarbeit, die gemeinsam von Professor *Rob. M. Friese* der Schuckert-Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Nürnberg, und der Porzellanfabrik Hermsdorf, Hermsdorf i. Thür., geleistet worden war, der unter dem Namen „Delta-Glocke" allgemein bekanntgewordene Isolator entstanden, der rasch eine ganz außerordentliche Verbreitung erlangte. Die ursprüngliche Form des Isolators zeigt Abb. 37. Der Patentanspruch lautete auf einen „Stütz-Isolator für hohe Spannungen mit mehreren gleichartig und schirmförmig um die Stütze angeordneten, sich gegenseitig Deckung gewährenden Mänteln, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehrere der Innenmäntel unter möglichst spitzem Winkel gegen die Horizontale aus der Randebene des Außenmantels so weit hervortreten, daß sie den vom Rande des Außenmantels abträufelnden, elektrostatisch geladenen Wasserteilchen den Weg zur Stütze versperren und sie nach außen hin ablenken, wodurch eine Stromentweichung vom Mantel zur Stütze verhindert wird".

Nach heutigen Anschauungen dürfte die günstige Wirkungsweise hauptsächlich auf den durch passend angeordnete Zwischenmäntel unterbrochenen großen Abstand von dem Tropfrand des obersten Regenschutzmantels nach der Stütze beruhen, da durch die Größe dieser Entfernung in erster Reihe die Höhe der Regenüberschlagspannung eines Isolators bedingt ist.

Die größere Leistungsfähigkeit des Delta-Isolators gegenüber den früheren, namentlich den älteren Isolatoren mit zylindrischen Mänteln, trat am meisten in die Erscheinung, wenn man die Regenüberschlagspannung einer Delta-Glocke mit derjenigen eines älteren Isolators gleichen Gewichtes verglich. So zeigen die Abb. 38 und 39 einen älteren Dreimantel-Isolator und einen Delta-Isolator von annähernd gleichem Gewicht, aber fast der doppelten Überschlagspannung bei Regen.

Mit Delta-Isolatoren der bisherigen flachen Bauart konnten bereits weit höhere Spannungen als früher sicher beherrscht werden. Eine ganze Anzahl von Hochspannungsanlagen wurden in den Jahren 1897 bis 1902 mit derartigen Isolatoren ausgerüstet. Die nun rasch auch in Europa steigenden Spannungen führten indessen bald zu weiteren Verbesserungen des Delta-Isolators, die sich vom Anfang dieses Jahrhunderts bis in die letzten Jahre erstreckten.

Sie liefen zunächst darauf hinaus, die nutzbare Schlagweite des Isolators durch einen immer höheren Bau zu vergrößern, wodurch zugleich die Hohlräume zwischen den einzelnen Mänteln immer geräumiger und luftiger wurden, zumal wenn man die Anzahl der Mäntel auf drei beschränkte. Abb. 40 bis 44 zeigen diese Entwicklungsstufe des Delta-Isolators aus den Jahren 1902 bis 1920.

Inzwischen hatte sich bei größeren Isolatoren die Schwierigkeit herausgestellt, den ziemlich dickwandigen Scherben völlig fehlerfrei herzustellen und gleichmäßig durchzubrennen, was bei höheren Spannungen zu gelegentlichen Durchschlägen führte. Man ging daher schon von 1902 an dazu über, Isolatoren für Spannungen von etwa 15 000 V an zweiteilig zusammenzuglasieren, indem man die beiden zunächst für sich hergestellten Teile im Brennofen mit Glasur miteinander vereinigte, Abb. 40 und 41. Nach diesem Verfahren sind eine große Zahl von Isolatoren bis 40 000 V Spannung im 1. Jahrzehnt dieses Jahrhunderts, wie auch später noch, hergestellt und eingebaut worden, die sich auch vorzüglich bewährten. So ist z. B. die erste 40 000 V-Anlage Europas, die 1905 in Betrieb gesetzte Verbindungsleitung Gromo—Nembro in Oberitalien mit derart zusammenglasierten Isolatoren nach Abb. 41 ausgerüstet, die heute noch anstandslos mit dieser Spannung arbeiten[12]). Da jedoch bei den noch größeren Isolatoren infolge innerer Spannungen gelegentliche Sprünge unvermeidlich waren, so gingen fast alle deutschen Porzellanfabriken von etwa 1905 dazu über, die einzelnen Isolatorenteile zusammenzukitten, wozu meist mehr oder weniger gemagerter Portlandzement verwendet wurde. Abb. 42 und 43 zeigen derartig gekittete zweiteilige Isolatoren.

Isolatoren dieser und ähnlicher Bauart wurden lange Jahre hindurch in Europa bis zu den höchsten Betriebspannungen eingebaut, so 1905 bis 1908 in verschiedenen 50 000 V-Anlagen Skandinaviens, der Schweiz, Italiens usw., in Spanien (Anlage Molinar-Madrid) sogar für eine Spannung von 66 000 V.

Die hohe Sicherheit, die Delta-Isolatoren infolge der zweckmäßigen Anordnung der Regenschutzmäntel in bezug auf Randentladungen bei Regen gewährten, führte dazu, daß bei der Normung der Porzellan-Isolatoren im Jahre 1920 durch den VDE Isolatoren nach Abb. 44, und zwar in 5 verschiedenen Größen für Betriebspannungen von 6000 bis 35 000 V, genormt wurden, wozu 1926 noch zwei weitere Zwischengrößen gleicher Formgebung traten.

So gut sich die äußere Form des Delta-Isolators in bezug auf Randentladungen bewährte, so traf nicht immer das gleiche hinsichtlich der Durchschlagsicherheit zu; denn der zum Zusammenkitten der einzelnen Isolatorteile verwendete Zement hatte meist einen von dem Porzellan verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten, vergrößerte wohl auch durch Wasseraufnahme sein Volumen, was im Laufe eines meist längeren Zeitraumes (etwa nach 5 bis 10 Jahren) zu Kopfsprüngen und häufigen Durchschlägen führte.

Bevor jedoch auf diese Erscheinung und die dagegen in neuerer Zeit ergriffenen Abhilfsmaßnahmen eingegangen werden soll, müssen noch eine Reihe weiterer, in der Zwischenzeit entstandener, schon äußerlich verschiedener Bauarten von Hochspannungs-Isolatoren erwähnt werden.

Neben dem Delta-Isolator kamen bald einige ähnliche Isolatorformen auf, die sich kaum grundsätzlich von diesem unterscheiden und zu langen, schließlich auf dem Vergleichswege beigelegten Patentstreitigkeiten führten.

Am bekanntesten von diesen sind wohl der Rillen-Isolator und Kammer-Isolator der Porzellanfabrik Rosenthal geworden. Bei dem Rillen-Isolator, Abb. 45, ist der mittlere Mantel der Deltaglocke durch eine Anzahl kleinerer Rillen ersetzt, da nach der gegen die Deltaglocke geltend gemachten Anschauung der mittlere Mantel einen Stützpunkt für die vom Leitungsdraht nach der Stütze zu verlaufenden Entladungen bildet, während beim Rillen-Isolator diese Entladungen frei durch die Luft verlaufen sollten. Über die Wirksamkeit dieses Zwischenmantels, insbesondere seine abstoßende Wirkung auf die vom oberen Mantel herabfallenden Regentropfen und seine Schutzwirkung gegen von unten kommendes Spritzwasser, sind seinerzeit in der Literatur lebhafte Auseinandersetzungen geführt worden[13]), als deren Ergebnis wohl gelten kann, daß zwar der mittlere Mantel, wenn er durch eine leitende Feuchtigkeitsschicht mit dem oberen Mantel in gewisser leitender Verbindung steht, sehr wohl eine verstärkende abstoßende Wirkung ausüben kann, daß aber schon ein flacher Porzellanschirm allein, wie dies bei den später noch zu besprechenden Metallschirm-Isolatoren in besonderem Maße der Fall ist, eine abstoßende Wirkung auf die abfallenden Regentropfen ausübt. Praktisch ist übrigens diese ganze Frage ziemlich bedeutungslos, da diese abstoßende Wirkung erst bei Spannungen weit oberhalb der Betriebspannung eintritt.

Bei dem oben noch erwähnten Kammer-Isolator, Abb. 46, war im Gegensatz zum Rillen-Isolator das Hauptgewicht auf die Schaffung möglichst großer, tiefer Hohlräume gelegt.

Nur der Vollständigkeit halber seien noch einige weitere, inzwischen ebenfalls längst wieder aufgegebene Isolatorkonstruktionen erwähnt, so der von den SSW eingeführte Rillenteller-Isolator, Abb. 47, der noch dadurch

[12]) Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., Jahrg. 1926, Heft 24, S. 24.

[13]) Vgl. z. B. *Gerstmeyer*, Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1909, S. 365.

Digitized by Google

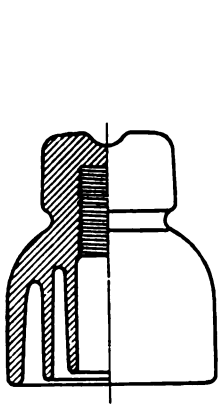


Abb. 30

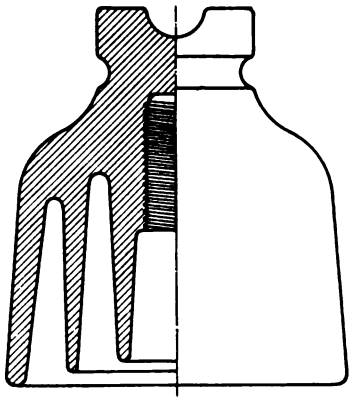


Abb. 31

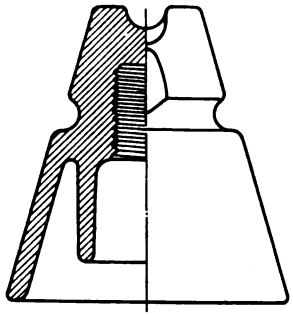


Abb. 32

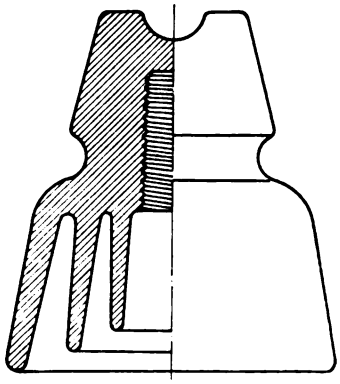


Abb. 33

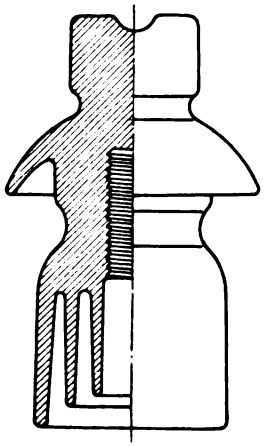


Abb. 34

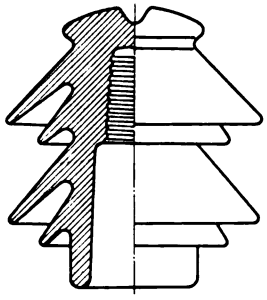


Abb. 35

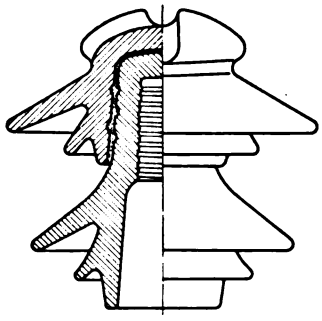


Abb. 36

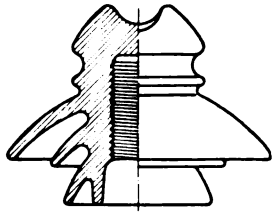


Abb. 37

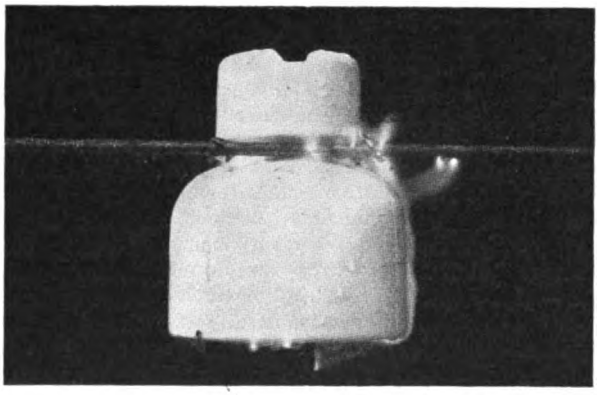


Abb. 38

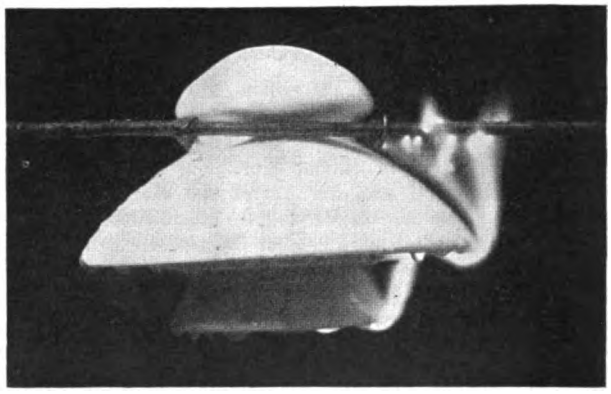


Abb. 39

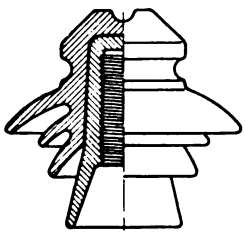


Abb. 40

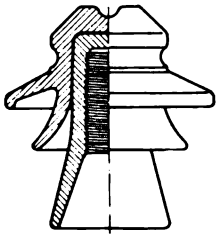


Abb. 41

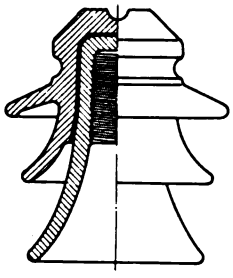


Abb. 42

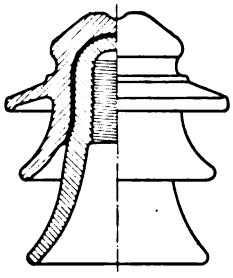


Abb. 43

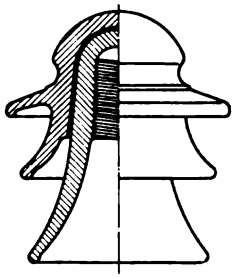


Abb. 44

Digitized by Google

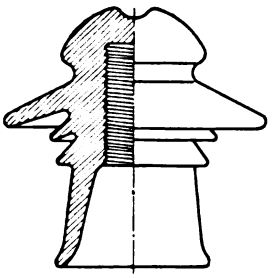


Abb. 45

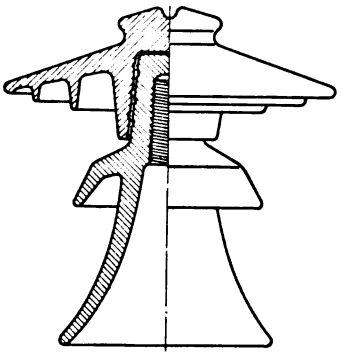


Abb. 46

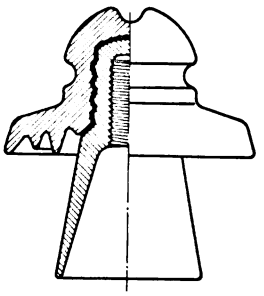


Abb. 47

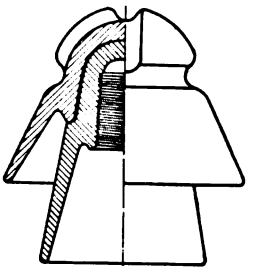


Abb. 48

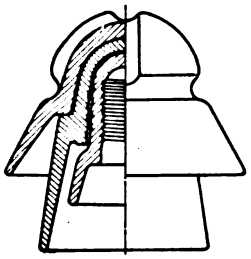


Abb. 49

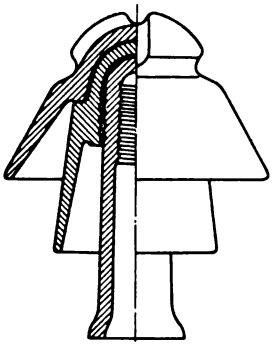


Abb. 50

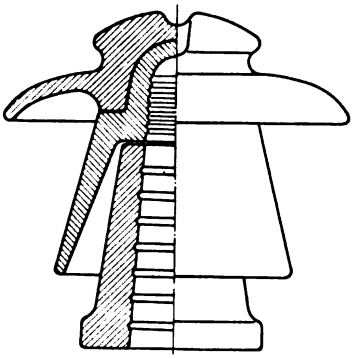


Abb. 51

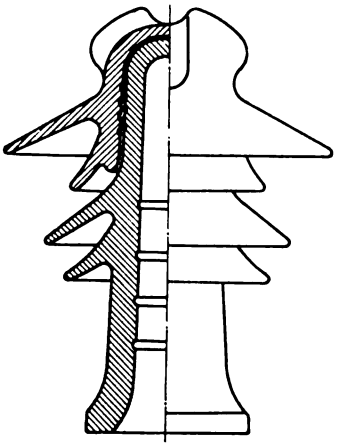


Abb. 52

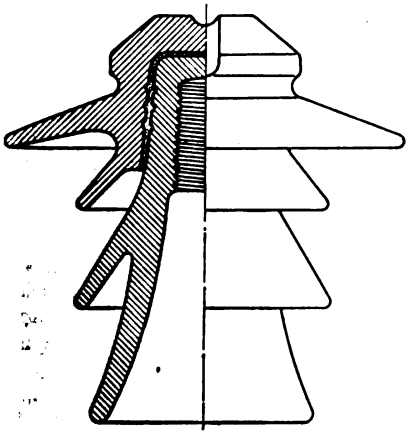


Abb. 53

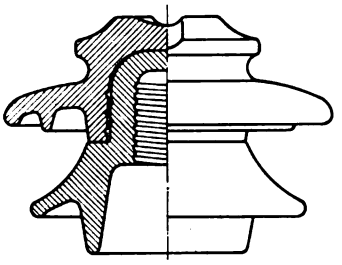


Abb. 54

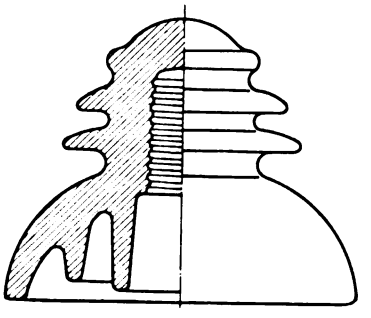


Abb. 55

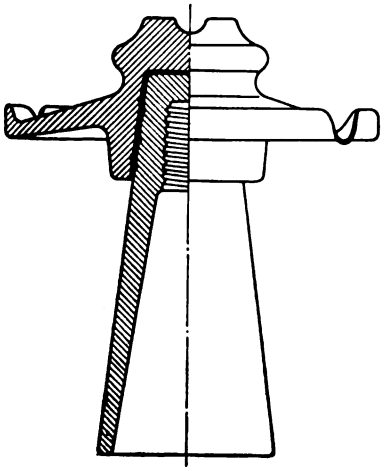


Abb. 56

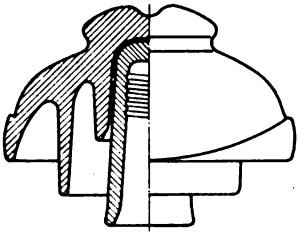


Abb. 57

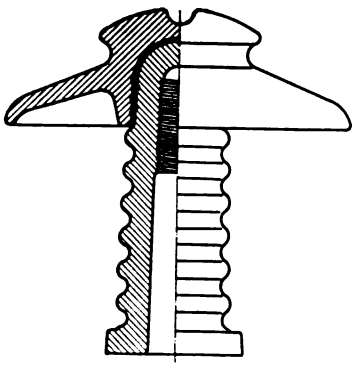


Abb. 58

Digitized by Google

bemerkenswert ist, daß dieser Isolator, wenigstens in seinen größeren Ausführungen, aus zwei unmittelbar zusammengeschraubten Teilen besteht, was zwar möglich, aber fabrikationstechnisch nicht gerade besonders zweckmäßig ist.

Endlich sei hier auch eine Anzahl außerdeutscher Isolatorenbauarten erwähnt. So hat namentlich in der Schweiz ein unter dem Namen Beznau-Modell, Abb. 48, bekannter Isolator seit etwa 1905 weite Verbreitung gefunden, der, ursprünglich für 10 000 V Betriebspannung gebaut, später auch für höhere Spannungen in vielen Anlagen der Schweiz und Italiens übernommen wurde. Der Isolator sollte dabei aus zwei im Porzellanofen mittels Glasur zusammengebrannten Einzelteilen bestehen, wobei sich jedoch die beiden Teile, wie in Abb. 48 angedeutet ist, nur auf einer schulterartigen Ringfläche berührten, während im übrigen ein zur Erhöhung der Durchschlagfestigkeit bestimmter leerer Zwischenraum zwischen den beiden Teilen verbleiben sollte.

Außer in Deutschland ist namentlich in Österreich (von der Karlsbader Kaolin- und Industriegesellschaft, Merkelsgrün) dieser Isolator für die verschiedensten Spannungen und in verschiedenen Ausführungsformen durchgebildet worden, wofür Abb. 49 ein weiteres Beispiel eines dreiteiligen, teils zusammenglasierten, teils zusammengekitteten Isolators zeigt.

Bei dem Isolator nach Abb. 50 ist der innerste Mantel sogar bis auf die Traverse geführt, um die eiserne Stütze gegen Randentladungen zu schützen. Allerdings ist damit der eigentliche Zweck, nämlich eine Heraufsetzung der Überschlagspannung, kaum erreicht worden, da die Entladungen dann längs der Porzellanhülse unmittelbar nach der Traverse gleiten.

Das gleiche trifft für eine ältere Isolatorbauart der Porzellanfabrik *Rich. Ginori*, Mailand, zu, bei der die innere Porzellanhülse zu einer Verstärkung der eisernen Stütze ausgebildet ist, Abb. 51, oder wie in Abb. 52 einen Bestandteil des Isolators selbst darstellt.

Die neuen italienischen Isolatoren lehnen sich dagegen wieder eng an die Form der heutigen Deltaglocke an, wenn auch die Formgebung der einzelnen Mäntel etwas abweicht, Abb. 53; oder sie entsprechen der Form neuerer amerikanischer Isolatoren, wie dies für den Isolator nach Abb. 54 zutrifft.

Die amerikanischen Hochspannungs-Isolatoren selbst sind allerdings je nach der Zeit ihrer Herstellung wie der herstellenden Fabrik so überaus mannigfaltig, daß es nur sehr schwer möglich ist, eine einigermaßen umfassende Übersicht zu geben.

Überraschend schnell war man in Amerika nach den ersten auf S. 64 erwähnten Hochspannungsanlagen von Anfang der 90er Jahre zu den höchsten Spannungen übergegangen. Schon 1898 kam die erste 40 000 V-Anlage in Provo, Utah, in Betrieb, wobei der in Abb. 55 dargestellte Glas-Isolator Verwendung fand.

Bereits 1900 wurden 60 000 V in Kalifornien übertragen, wofür der in Abb. 56 dargestellte Isolator der „Pilztype" durchgebildet wurde. Bemerkenswert ist an diesem Isolator der nach oben umgebogene Rand des obersten Mantels mit zwei Ausfließöffnungen, die das sich auf dem Mantel sammelnde Regenwasser von der Traverse fernhalten sollen. Derselbe Gedanke ist übrigens auch bei einigen älteren italienischen Isolatorbauarten nach Abb. 57 verwirklicht. Im übrigen ähnelt die langgestreckte glatte Form der Hülse einer später von *Anfossi* für Küstengegenden in Italien vorgeschlagene Form, Abb. 58, die eine gute Selbstreinigung des Isolators von Salzniederschlägen bei seitlichem Regen gewährleisten sollte.

Weitere Beispiele älterer amerikanischer Hochspannungs-Isolatoren zeigen die Abb. 59 bis 62, die für Spannungen bis 60 kV und darüber verwendet wurden.

Bezeichnend für viele dieser Bauarten sind die engen Hohlräume zwischen den einzelnen Mänteln, zwischen denen natürlich bei hohen Spannungen leicht Glimmentladungen auftraten. Neuere amerikanische Isolatoren weisen daher vielfach Formen auf, die weniger hoch als breit gebaut sind und größere Hohlräume zwischen den einzelnen Mänteln lassen.

Die Abb. 63 und 65 mögen als beliebig ausgewählte neuere Beispiele verschiedener amerikanischer Porzellanfabriken dienen.

Auch in Deutschland sind seit etwa sechs Jahren (1921) ähnliche Isolatorformen unter dem Namen „Weitschirm-Isolatoren" eingeführt. Sie haben, besonders für Spannungen oberhalb 35 000 V, d. h. oberhalb des größten vom VDE genormten Delta-Isolators große Verbreitung gefunden. Die Abb. 66 und 67 mögen diese Isolatoren in zwei verschiedenen Größen veranschaulichen. Kennzeichnend für diese Form, die wohl erstmalig von der *Westinghouse El. & Man. Co.* unter dem Namen Faradoid-Isolator[14]) vorgeschlagen worden ist, ist die dem Feldlinienverlauf zwischen Leitungsbund und Stütze angepaßte Form des eigentlichen Isolatorkernes, die senkrecht dazu im Zuge der Aequipotentialflächen verlaufenden Regenmäntel und der allen amerikanischen Isolatoren eigentümliche niedrige Kopf, Abb. 68.

In bezug auf die Bauart und Zusammensetzung der Einzelteile besteht indessen doch ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den amerikanischen und deutschen Isolatoren: die amerikanischen Isolatoren werden allgemein mit Zement zusammengekittet, wobei durch ein besonderes „Sandungsverfahren" die Oberfläche der Kittflächen durch aufgebrannte Porzellan- oder Sandkörner aufgerauht und dann mit einem elastischen Überzug versehen wird. Hierdurch soll erreicht werden, daß etwaige zwischen den einzelnen Teilen infolge thermischer oder mechanischer Beanspruchung auftretende Kräfte nur durch die gewissermaßen elastische Oberflächenschicht übertragen werden, ohne innere Spannungen im eigentlichen Isolatorkern selbst zu veranlassen.

In Deutschland ist dagegen das Zusammenkitten der Einzelteile fast ganz aufgegeben oder wird höchstens noch nach einem von Dr. *Bültemann* angegebenen, unter dem Namen Permanitkittung eingeführten Verfahren ausgeführt. Hierbei wird dem Zement vor der Verarbeitung ein Schmelzmittel (etwa fein gepulvertes Harz, Pech, Asphalt oder dergleichen) beigemischt und die so gekitteten Isolatoren nach erfolgtem Abbinden und etwa fünfwöchentlicher Erhärtung des Zementes bis über die Erweichungstemperatur des Schmelzkörpers erwärmt, damit dieser die einzelnen Zementkörperchen mit einem dichten, wasserundurchlässigen, elastischen Überzug umgibt und nachträgliche Volumen-Änderungen durch Wasseraufnahme oder sonstige chemische oder physikalische Veränderungen unmöglich macht.

Dieses Verfahren ähnelt einem in Amerika von *Creighton* und *Hunt*[15]) angegebenen, dem gleichen Zwecke dienenden Mittel, wobei die Isolatoren nach Abbinden des Zementes in eine Lösung von Paraffin oder Pech gebracht werden, um gewissermaßen imprägniert zu werden.

Da gegen derartige Kittverfahren mangels genügender langjähriger Erfahrungen noch vielfache Bedenken bestehen, werden in Deutschland Hochspannungs-Isolatoren, auch solche größerer Abmessungen, größtenteils wieder aus einem einzigen Stück (einscherbig) gefertigt, was die gegen früher weit verbesserten neueren Herstellungsverfahren jetzt mit großer Sicherheit ermöglichen. Im übrigen werden mehrteilige Isolatoren mit Erfolg zusammengehanft, indem auf das mit Hanf umwickelte innere Teil das meist mit Gewinde versehene Außenteil aufgeschraubt wird, wie dies beim Befestigen der hanfumwickelten Stütze im Isolator schon seit Jahrzehnten bekannt und bewährt ist. Abb. 69 zeigt einen nach diesem Verfahren hergestellten dreiteiligen Isolator vor dem Zusammenbau und Abb. 70 einen nach dem gleichen oder einem ähnlichen Verfahren

[14]) *Gilchrest:* Transactions AIEE, Bd. 37 (1918) S. 805. ETZ, Bd. 41 (1920) S. 917.

[15]) Transactions AIEE, Bd. 40 (1921) S. 1173.

Digitized by Google

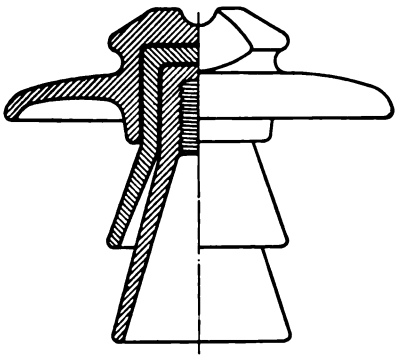


Abb. 59

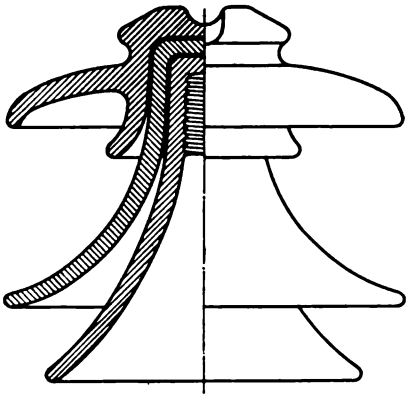


Abb. 60

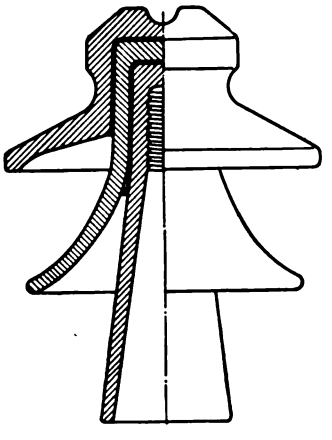


Abb. 61

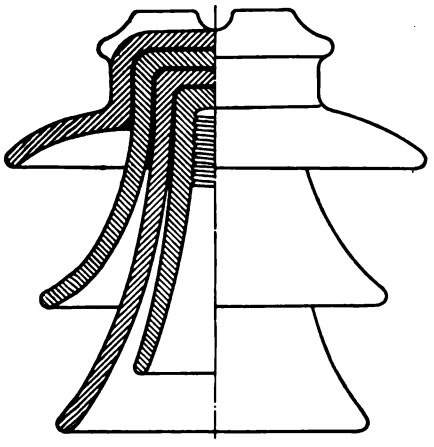


Abb. 62

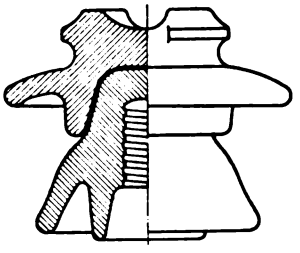


Abb. 63

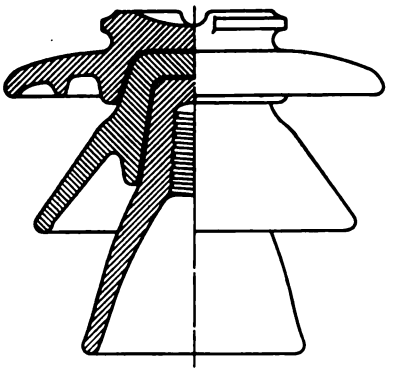


Abb. 64

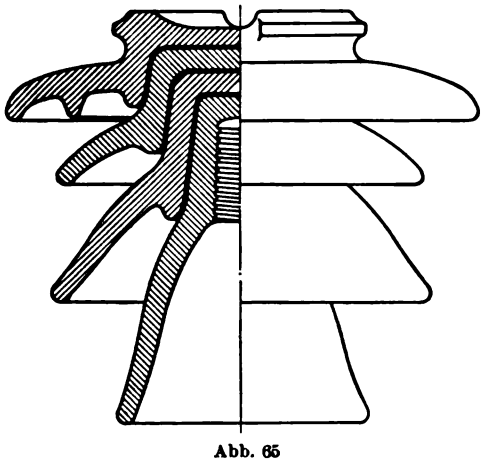


Abb. 65

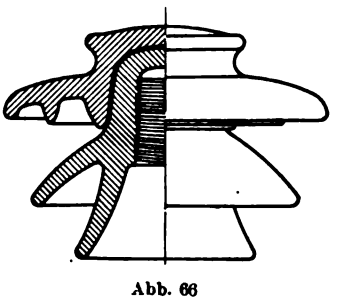


Abb. 66

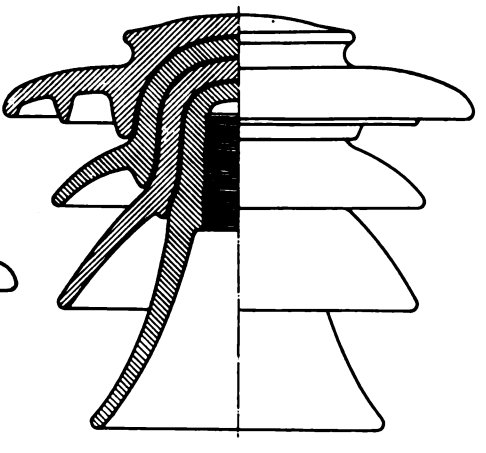


Abb. 67

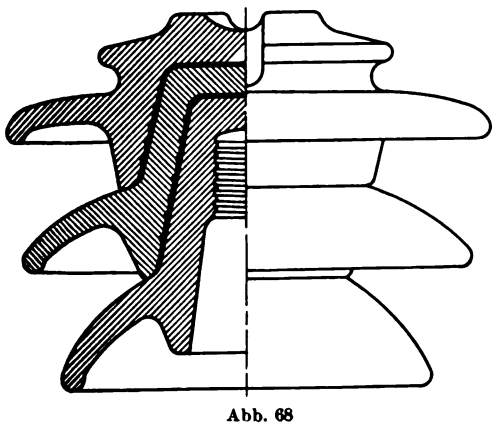


Abb. 68

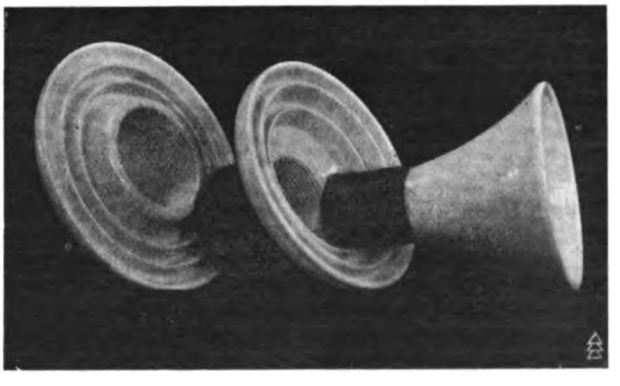


Abb. 69

Digitized by Google

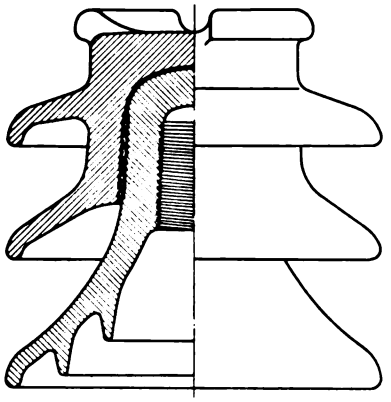


Abb. 70

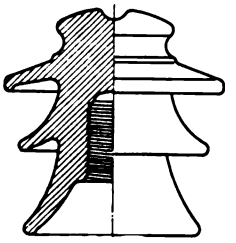


Abb. 71

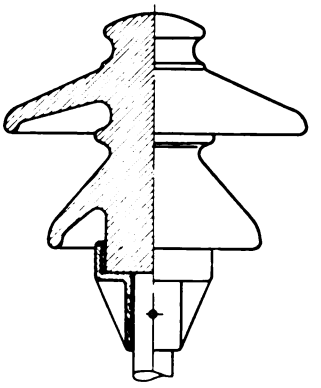


Abb. 72

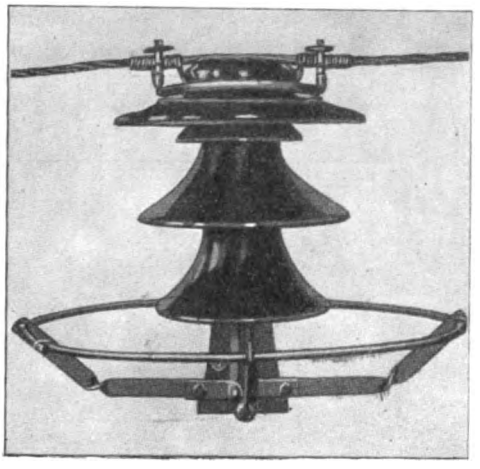


Abb. 74

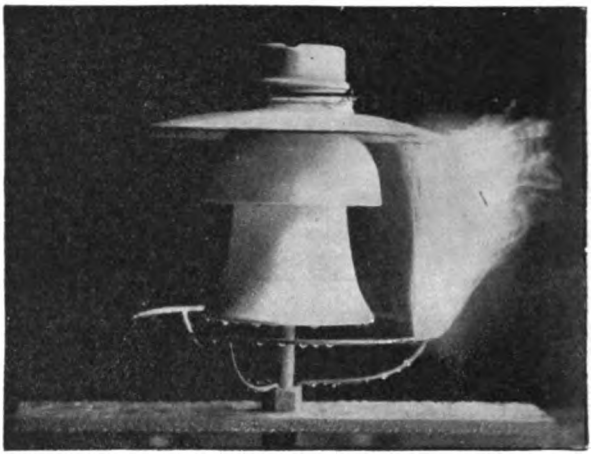


Abb. 75

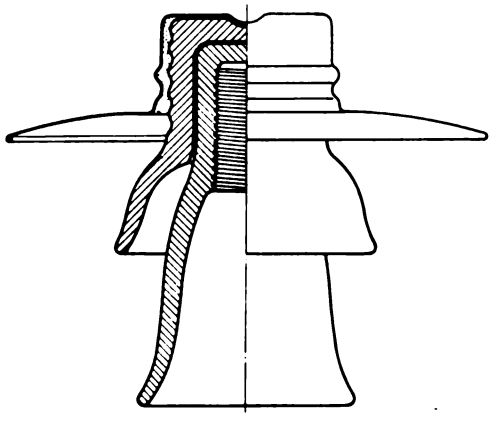


Abb. 73

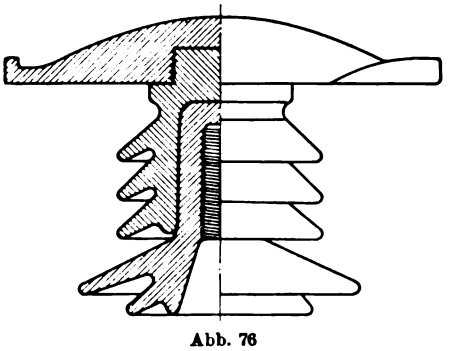


Abb. 76

zusammengebauten Isolator der schwedischen Wasserfallbehörde Stockholm (neuester Bauart), bei dessen Konstruktion im übrigen hauptsächlich von dem Gesichtspunkt ausgegangen wurde, daß jeder Isolatorteil, also auch die Hülse, notfalls allein für sich imstande sein muß, die volle Betriebspannung zu isolieren.

In Deutschland selbst ist durch die Normung der Delta-Isolatoren durch den VDE und die innerhalb der deutschen elektrotechnischen Porzellanindustrie getroffenen Vereinbarungen wenigstens hinsichtlich der äußeren Formgebung jetzt eine ziemlich weitgehende Vereinheitlichung für Stützen-Isolatoren erreicht worden.

Jedenfalls dürften hinsichtlich der äußeren Form von Hochspannungs-Stützen-Isolatoren in Zukunft kaum noch grundlegende Neuerungen zu erwarten sein. Etwas andres ist es allerdings mit dem schon wiederholt erwähnten inneren Konstruktionsaufbau der Isolatoren.

Das Mißtrauen, das infolge der schon oben behandelten Sprünge falsch gekitteter Isolatoren vielfach, wenn auch sicher oft unbegründet, gegen mehrteilige Isolatoren als solche besteht, sowie die Möglichkeit, nach neuzeitlichen Herstellungsverfahren viel dickwandigere, massive Stücke als früher einwandfrei herzustellen, hat dazu geführt, daß in jüngster Zeit, wenigstens für Mittelspannungen (etwa 10 bis 25 kV), eine neue Isolatorbauart zunächst versuchsweise Eingang gefunden hat. Es sind dies die sogenannten „durchschlagsicheren" Isolatoren, die sich durch einen möglichst großen Durchschlagweg innerhalb des Isolators im Verhältnis zum Überschlagweg außen um den Isolator auszeichnen. Erreicht wird dies zumeist da-

Digitized by Google

durch, daß man die Stütze nicht, wie bei allen sonst üblichen Stützen-Isolatoren, bis in den Kopf des Isolators hineinragen, sondern schon weiter unterhalb enden läßt, wodurch sich eine viel größere Wanddicke zwischen äußerer Halsrille und Stützenlochende ergibt, Abb. 71; ein andres noch extremeres Mittel ist, die Isolatoren überhaupt massiv auszuführen und dann unten in einer Fußarmatur zu befestigen, die mit der Stütze in geeigneter Weise verbunden wird, Abb. 72.

In beiden Fällen, besonders aber in dem zuletzt genannten, wird der Isolator natürlich mechanisch ziemlich ungünstig (auf Abscherung oder Biegung) beansprucht, so daß es fraglich erscheinen muß, ob die erhöhte Durchschlagsicherheit nicht durch die stärkere Gefährdung in mechanischer Hinsicht wieder ausgeglichen wird. Jedenfalls fehlen z. Z. noch hinreichende Betriebserfahrungen, um hierüber ein abschließendes Urteil abgeben zu können.

Noch auf einem ganz andern Weg, nämlich durch künstliche Herabsetzung der Trocken-Überschlagspannung, ist schon weit früher (DRP 206 332 der Porzellanfabrik Hermsdorf vom 15. Mai 1906) versucht worden, die Durchschlagsicherheit eines Isolators zu erhöhen und die Trocken-Überschlagspannung möglichst gleich der Regenüberschlagspannung zu machen. Erreicht wurde dies dadurch, daß man den obersten Porzellanschirm durch einen Metallschirm, Abb. 73, ersetzte, wodurch zugleich eine günstigere Feldverteilung am Isolator erzwungen wurde, die auch ihrerseits die Durchschlagspannung des Isolators günstig beeinflußte. Wurde mit der Stütze des Isolators nach einem Vorschlag von *Nicholson*[16]) außerdem ein Metallring verbunden, Abb. 74 (diese zeigt die ersten, im Jahre 1910 für die Verbindungsleitung Buffalo-Syracuse der Niagara, Lockport and Ontario Power Co. mit diesem Schutzring ausgerüsteten 60 kV-Isolatoren), so bildete dieser zusammen mit dem Metallschirm gewissermaßen eine Sicherheitsfunkenstrecke, die einen etwaigen Überschlaglichtbogen sicher von dem Porzellan fernhielt und dieses dadurch vor Zerstörung durch die Hitzewirkung des Lichtbogens schützte, Abb. 75. Der naturgemäß etwas höhere Preis, die Schwierigkeit der Beschaffung geeigneter, unbedingt wettersicherer Metalle während des Weltkrieges, sowie vielleicht auch eine gewisse Gefahr erleichterter Erdschluß-Lichtbogen-Bildung durch Vögel hat jedoch die Metallschirm-Isolatoren keine sehr weite Verbreitung finden lassen.

Das an sich richtige Verlangen, die Trocken- und Regenüberschlagspannung eines Isolators möglichst gleichzumachen, wurde noch auf andrem Wege von *Semenza* zu lösen versucht, nämlich dadurch, daß er einen großen Regenschutzmantel oberhalb des Leitungsdrahtes anordnete, Abb. 76. Indessen hat auch dieser Isolator, wohl dadurch, daß bei starkem Nebel der verhältnismäßig kurze Überschlagweg vom Leitungsdraht nach der Stütze doch leitend wird (ein Gesichtspunkt, der übrigens auch gegen die Metallschirm-Isolatoren geltend gemacht werden könnte) und u. U. Überschläge schon bei ziemlich niedriger Spannung zur Folge haben kann, keine praktische Bedeutung erlangt.

Für betriebswichtige Anlagen sind jedenfalls stets nur die üblichen Stützen-Isolatoren mit delta- oder weitschirmähnlicher Form verwendet worden, die mit zunehmender Spannung in immer größeren Abmessungen hergestellt werden mußten. Freilich war auch diesen Isolatoren durch die große Gewichtzunahme, ihre Unhandlichkeit und die von gewisser Größe nur verhältnismäßig geringe Zunahme der Überschlagspannung ein natürliches Ziel gesetzt. Wenn auch listenmäßig Stützen-Isolatoren bis 75 oder (in Amerika) 88 kV Betriebspannung angeboten werden und in einem Ausnahmefall sogar Stützen-Isolatoren bis 90 000 V mit Erfolg verwendet worden sind[17]), so stellte das doch einen nur durch die besonderen Betriebsverhältnisse gerechtfertigten Ausnahmefall dar. Im allgemeinen werden bei Spannungen über 60 kV, u. U. schon bei weit niedrigeren Spannungen, zweckmäßig Ketten-Isolatoren verwendet, die aus mehreren in geeigneter Weise hängend aneinander gereihten Einzelgliedern bestehen und an deren unterstem Glied der Leitungsdraht mittels passender Leitungsklemme befestigt wird.

Die grundsätzlichen Vorzüge dieser Anordnung[18]) gestatten den Übergang zu immer höheren Spannungen; so haben die zielbewußten Fortschritte gerade der deutschen Porzellanindustrie es erst in jüngster Zeit ermöglicht, eine Leitung im Rheinlande für 220 kV Betriebspannung (die später sogar für noch höhere Spannung von 380 kV vorgesehen ist) mit Ketten-Isolatoren auszurüsten, die den höchsten Anforderungen in elektrischer und mechanischer Hinsicht gewachsen sind.

Im übrigen sind auf dem Gebiete der Ketten-Isolatoren gerade in den letzten Jahren noch so viele neue Bauarten entstanden, daß es heute kaum möglich ist, über deren Einzelheiten eine abschließende Übersicht zu geben. Die Behandlung dieser außerordentlich bemerkenswerten und praktisch bedeutungsvollen Entwicklung soll daher einer späteren Betrachtung vorbehalten bleiben.

[16]) Transactions AIEE, Bd. 29 (1911) Teil I, S. 573.

[17]) „Electrical World", Bd. 80 (1922) S. 1439.

[18]) *Weicker, W.:* Bedeutung und Bau von Hänge-Isolatoren, „Helios" (1911) Nr. 28 bis 30.

Literaturübersicht

Werner von Siemens: Lebenserinnerungen. Leipzig 1924.

Friese, Rob. M.: Das Porzellan als Isolier- und Konstruktionsmaterial in der Elektrotechnik. Hermsdorf 1904.

Winnig, K.: Die Grundlagen der Bautechnik für oberirdische Telegraphenlinien. Braunschweig, Vieweg, 1910.

Transactions of the International Electrical Congreß, New York 1904.

Transactions American Institute of Electrical Engineers, 1904—1927.

Elektrotechnische Zeitschrift 1887—1927.

Schering, H.: Die Isolierstoffe der Elektrotechnik. Berlin 1924.

Weicker, W.: Hochspannungs-Isolatoren. Heft 3 und 4. Helios 1910.

— Dissertation: Zur Beurteilung von Hochspannungs-Freileitungs-Isolatoren nebst einem Beitrag zur Kenntnis von Funkenspannungen. Dresden 1910.

— Hochspannungs-Isolatoren aus Porzellan. Entwicklung, Herstellung und elektrisch-mechanische Prüfung. Z. V. d. I., Bd. 70, Nr. 36, S. 1183.

Digitized by Google

GESCHICHTE DER GMÜNDER EDELMETALLINDUSTRIE

Von Professor Walter Klein, Direktor der Staatl. höheren Fachschule, Schwäbisch-Gmünd

Die Schwäbisch-Gmünder Silber- und Goldindustrie nimmt in der Geschichte der deutschen Industrien insofern eine Sonderstellung ein, als ihre Entstehung und Entwicklung an Hand der Akten und Erzeugnisse durch Jahrhunderte zurückverfolgt werden kann. Hier läßt sich das seltene Bild des Übergangs eines zunft- und handwerksmäßig betriebenen Hauptgewerbes zur industriellen Wirtschaftsform in besonders klarer Weise verfolgen.

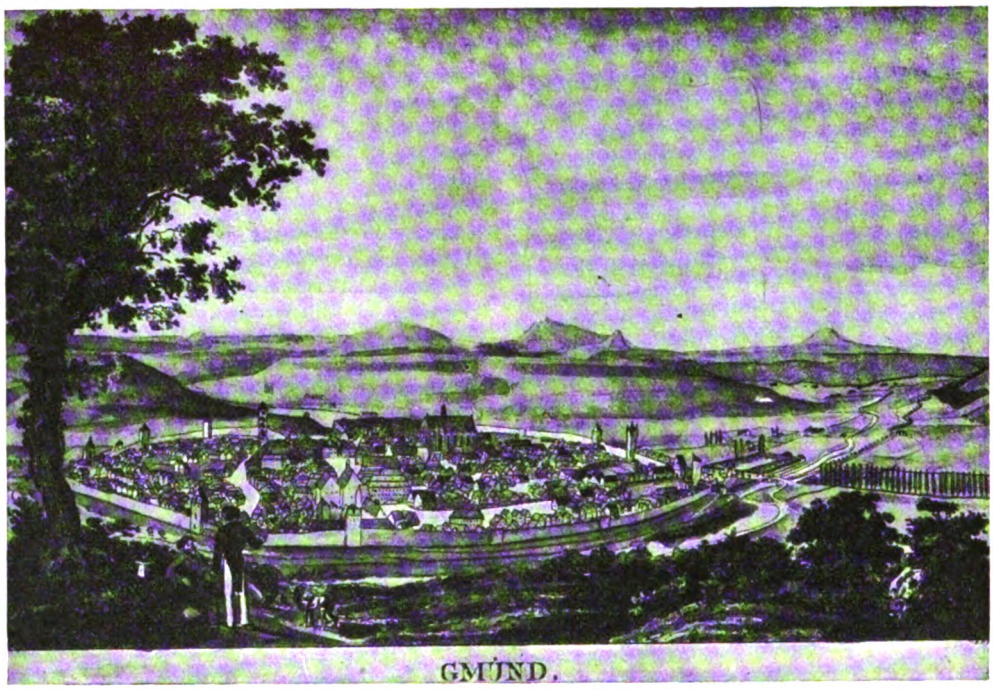


Abb. 1. Schwäb.-Gmünd im Jahre 1806 mit Hohenrechberg und Hohenstaufen.
Kolorierte Zeichnung von *Joh. Seb. Baumeister*, Zeichenlehrer in Gmünd, geb. 1777, gest. 1829

Gmünd ist bekanntlich neben Pforzheim und Hanau ein Haupterzeugungsort der deutschen Edelmetallindustrie; aber während an den letztgenannten Plätzen durch bewußte Verpflanzung fertiger Industrien und fremder Arbeitskräfte von Anfang an eine breite Unterlage geschaffen wurde, ist das Gmünder Goldschmiedegewerbe jahrhundertealtem Kulturboden entsprossen.

Daß sein Goldschmiedegewerbe in der kritischen Zeit vor hundert Jahren nicht wie in Augsburg, Nürnberg u. a. O. abgestorben ist, sondern den Übergang zur industriellen Herstellung fand, ist besonders glücklichen Umständen zu verdanken; nicht zuletzt auch dem, daß die Welthandelsbeziehungen der Gmünder Kaufleute alt und wohleingebürgert waren, so daß die Umstellung nicht sowohl den Vertrieb als die Neuorganisation der Erzeugung betraf.

Daß die alte schwäbische Reichsstadt Gmünd künstlerische Überlieferungen besitzt, sieht jeder Fremde heute noch beim Gang durch die freundliche Stadt. Bedeutende Kunstwerke aus der Staufenzeit wie aus der Hochgotik ziehen die Aufmerksamkeit der Kunstfreunde an. Auch die architektonisch so bedeutsame Zeit des 18. Jahrhunderts hat feine, reizvolle Bauten hinterlassen und besonders dem Marktplatz seinen festlich heiteren Charakter gegeben.

Groß ist die Zahl der Künstler, die Gmünd bis auf den heutigen Tag hervorgebracht hat, von denen Einzelne zu allen Zeiten Eingang in die Kunstgeschichte fanden. Das vielverzweigte Geschlecht der Baumeister-Familie *Parler*, deren Namen mit dem Bau des Gmünder Münsters verbunden ist, findet sich während des 14. Jahrhunderts in ganz Böhmen, Nürnberg, Regensburg, Ulm, in Basel und Mailand. Meister des Freskos wie des Tafelbildes waren die Gmünder *Hans Baldung Grün*, der eigenartige und eigenwillige Maler der Renaissance, und sein Zeitgenosse, der unglückliche *Jörg Rathgeb*. In Spanien sind um die Wende des 15. Jahrhunderts Bildhauer aus Schwäb.-Gmünd anzutreffen, und in Tübingen sind es seit 1550 drei verschiedene Gmünder, die die Grabstätten des württembergischen Herzoghauses schaffen. *Joh. Michael Maucher* ist der beste Meister schwäbischer Elfenbeinplastik im 17. Jahrh. *Emanuel Leutze*, ein Gmünder, wird zum Maler der amerikanischen Freiheitskämpfe in der ersten Hälfte des 19. Jahrh., und die neueste Zeit hat in dem Berliner Goldschmied und Plastiker *Wilh. Widemann*, in *Herm. Pleuer*, dem Maler, *J. W. Fehrle*, dem Bildhauer, und *Hans Herkommer*, dem Baumeister der süddeutschen katholischen Kirchen, Künstler von allgemeiner Geltung hervorgebracht. Daß ein solcher, allezeit kunstempfänglicher Boden für das Wachstum und das

Digitized by Google

Reifen einer kunstgewerblichen Industrie besondere Eignungen aufweist, ist selbstverständlich. Neben den Namen der Großen finden sich deshalb auch immer zahlreiche kleine Handwerker und Meister, deren schlichte Erzeugnisse noch heute das schätzereiche *J. Erhard*sche Gmünder Altertumsmuseum birgt.

Der früheste urkundliche Beweis eines Goldschmiedes in Gmünd ist uns aus dem Jahre 1372 in dem Namen des „Hansen des goldsmits" überliefert, aber es ist wohl selbstverständlich, daß schon ein Jahrhundert früher, als Gmünds politische und kulturelle Bedeutung besonders hoch stand und eine ganze Anzahl Kirchen und Klöster gebaut worden waren, einzelne Goldschmiede bei der Befriedigung der kirchlichen Bedürfnisse und der Versorgung der umliegenden Adelsgeschlechter Beschäftigung fanden.

Die Ausbreitung des Goldschmiedegewerbes als Industrie geht freilich weniger auf diese Einzelhandwerker zurück, die ja mehr oder weniger in jeder Reichsstadt ansässig waren, als auf die Paternosterherstellung in Augstein (Gagat), Kristall und Bein, die nach den vorhandenen Urkunden schon im 15. Jahrh. in großem Umfange betrieben wurde. Sie war während des ganzen 16. und 17. Jahrh. der Haupthandelsartikel der Gmünder auf den Messen. Beachtenswert ist ein Kaufbrief vom

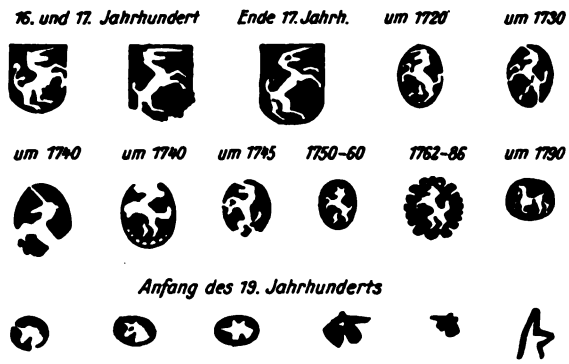


Abb. 2. Gmünder Beschauzeichen

Jahre 1431, worin uns der Name einer Familie „Augsteindräer" entgegentritt, die Bergwerke in der Umgegend Gmünds nach „Augstain" erschloß, aber auch Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei und andre Erze zu finden hoffte. Neben dem „Augstein" der schwarzen Pechkohle wurde auch früher schon Kristall zu Rosenkranzperlen verwendet.

Die Augsteindreher waren schon im 15. Jahrh. zunftmäßig vereinigt, zu einer Zeit, als die Gmünder Goldschmiede noch keine Zunftordnung besaßen.

Die im Stadtarchiv erhaltene „Cristaleinordnung" vom Jahre 1611 ist als erneuert bezeichnet. In der Tat beweist das Eidbuch der Stadt Gmünd vom Jahre 1468 mit „der Cristenlein Schouwer aid", daß sich auch dieses Gewerbe schon damals zunftmäßig zusammengeschlossen hatte.

Strenge Geheimhaltung der Herstellungsweise war zur Pflicht gemacht. Das Meisterstück bestand in einer „hübsch polierten und an die Schnur recht angefaßten Arbeit". Diese „Paternoster" bildeten nach den Berichten der zeitgenössischen Wirtschaftsbücher ein Hauptausfuhrerzeugnis von Gmünd. *Crusius* schreibt, „daß die vornehmsten Handwerker Mäder und Kügeleinmacher sind; die Kügelein machen sie aus Kristall, Gagatstein, Bein und Holz, daß man durch die Löchlein Schnürlein ziehen kann. Insgemein nennt man's Paternoster, dergleichen bringen sie eine große Menge nach Frankfurt, Italien, auch anderswohin, auch in die Türkei hinein".

Diese Rosenkränze wurden später mit Filigran verziert, und Kreuze und Wallfahrtspfennige darangehängt. So wurde die Entwicklung einer Edelmetallindustrie ermöglicht, die besonders im 17. und 18. Jahrh. Hunderte

Abb. 3. Silberner ziselierter Gebetbucheinband Gmünder Arbeit um 1720. *Jul. Erhard*sche Gmünder Altertumssammlung

von Goldschmieden mit ihren Gesellen und „Mägden" beschäftigte. Die uralte Technik des Filigrans erfuhr in dieser Zeit eine neue Entwicklung; ihr Anwendungsgebiet lag ebensowohl auf dem Gebiete religiösen Gedenk-

Abb. 4. Silberner Kelch Rokoko. Gmünder Arbeit des *Andreas Messerschmidt*. Pfarrkirche Rechberghausen 1765

Digitized by Google

schmuckes, den sog. Devotionalien, als auf dem des Trachtenschmuckes, der gerade durch den farbenfrohen Charakter und die Prunklust des 18. Jahrh. gefördert wurde. Der zunftmäßige Zusammenschluß der Goldschmiede reicht auch in Gmünd sicherlich bis in die Frühzeit des 16. Jahrh. zurück; obwohl urkundlich erst aus dem Jahre 1594 eine Zunftordnung erwähnt ist, deren Inhalt sich den allgemeinen Bestimmungen hinsichtlich Feingehalt und Probe, Lehrlingsaufnahme und Meisterwerden anschließt. Mehrfache „Confirmierungen" wurden bis in den Anfang des 19. Jahrh. gemacht und haben sich im Original in der Gmünder Altertumssammlung erhalten. Wesentliche Änderungen ergaben sich jedoch nicht; die

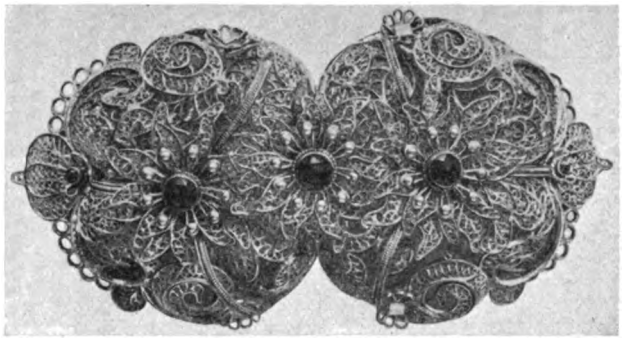


Abb 5. Brustschließe, Gmünder Filigran, 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts
*Jul. Erhard*sche Gmünder Altertumssammlung

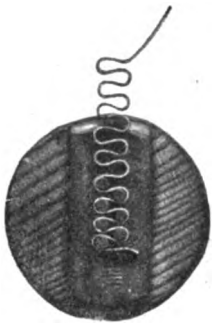


Abb 6. Sog. Faulenzer zur Herstellung des Schneckendrahtes bei Filigran

Schale blieb, als längst der Kern seinen Gehalt verloren hatte.

Der „Stadt Zeichen" und die Meistermarken sind ja die sichersten Ursprungserzeugnisse alter Silberwerke; als Garantiezeichen für den Feingehalt wie als Wertmarke zugleich bilden sie für die kunstgeschichtliche Bestimmung den sichersten Anhaltspunkt.

Das Gmünder Beschauzeichen war von Anfang das Wappen der Stadt, das Einhorn, Abb. 2, das schon dem im Mittelalter lebhaft betriebenen Gewerbe der Sensenschmiede als Wertbezeichnung diente und auch die Zinngeräte von Gmünd und die Büchsenläufe des Barock als Urkundszeugnis ziert.

Der Schutz vor mißbräuchlicher Benutzung und die Festlegung möglichst genauer zeitlicher Nachprüfung nötigte zu immerwährendem Wechsel des Beschauzeichens, der allerdings bei dem kleinen Format der Einschlagpunzen nur in geringen Änderungen bestehen konnte. Augsburg hatte deshalb im 18. Jahrh. dem Stadtzeichen einen Buchstaben des Alphabets beigefügt, und auch in Gmünd wird 1747 vorgeschlagen, „Das Schau- und Stattzeichen mit einem besonderen Nahmen aus dem Alphabete oder sonstigen invento zu marquieren".

Dieser Vorschlag drang offensichtlich nicht durch, denn bei keiner Arbeit konnte bisher ein Einhornstempel mit einem Buchstaben festgestellt werden. Doch konnten bisher immerhin gegen 30 verschiedene Einhornzeichen [1]) festgestellt und zeitlich begrenzt werden. Die städtische Kontrolle erlosch erst im Jahre 1862, nachdem die fabrikmäßige Herstellung der Silber- und Goldwaren die amtliche Stempelung der einzelnen Waren längst nahezu unmöglich gemacht hatte und die Freizügigkeit der andern Erzeugungsorte die heimische Industrie unnötig belastete. Erst zweieinhalb Jahrzehnte später wurde die allgemeine Reichsstempelung eingeführt, für deren Feingehalt die einzelnen Hersteller zu bürgen haben.

Wie notwendig die alten Kontrollbestimmungen waren, beweisen die steten Klagen und Zwistigkeiten, die zwischen den einzelnen Städten und ihren Goldschmiedezünften bestanden. Besonders als nach dem 30jährigen

Abb. 7. Filigranarbeiter. Miniatur v. J. 1825 in der *Jul. Erhard*schen Altertumssammlung. Auf dem Werkbrett Zangen, Blechscheren, Boraxbüchse und Schraubstock sowie Vorlage, nach welcher er die „Schnörkel" biegt

Kriege die Silbermünzen, die vorzugsweise als Legiersilber Verwendung fanden, im Gehalt oft stark herabgedrückt wurden, sank der Feingehalt, statt dem vorgeschriebenen 12- und 13lötigen Silber, bei billigen Waren oft bis auf 7 und 8 Lot herab; freilich nicht nur in Gmünd, sondern auch an andern Orten, wie in der Magistratseingabe von 1748 seitens der Goldschmiedezunft nachgewiesen wurde.

Die Herstellung billiger „cramerey und wallfahrterwaren", die akkordmäßig in Heimarbeit von den einzelnen Goldschmiedfamilien hergestellt und dann durch die Kaufleute auf Messen und Jahrmärkten vertrieben wurden, begünstigte solche „Stimplerarbeiten". Es war begreiflich, daß die an den Meßorten ansässigen Goldschmiedemeister die billig arbeitende Gmünder Konkurrenz unliebsam empfanden und sie durch Anzeigen und Klagen über den schlechten Gehalt der Gmünder Erzeugnisse möglichst ausschalten wollten. So behaupten die Tübinger Goldschmiede in einer Eingabe 1725, es sei „landkundig was in Schwäbisch-Gmünd vor schlechtes Silber fabriziert werde".

So bedauerlich zweifellos solche Unterbietungen im Feingehalte waren, so muß zum Verständnis anderseits darauf hingewiesen werden, daß in dem mehr und mehr auftretenden Massenbedürfnis für billige und dabei geschmackvolle Waren ein neuer Zeitumstand lag, dem die alten Zunftordnungen nicht mehr gerecht wurden. Heute sehen wir dieses Bedürfnis durch die glänzend entwickelte Dubleeindustrie befriedigt.

[1]) Vgl. *Klein*, „Geschichte des Gmünder Edelmetallgewerbes", Verlag Greiner u. Pfeiffer, Stuttgart, S. 39.

Digitized by Google

Keinesfalls entsprach diese verallgemeinerte Nachrede dem Stand des Gmünder Gesamtgewerbes, vielmehr wird, wie ich in meiner „Geschichte des Gmünder Goldschmiedegewerbes“ (S. 71) nachgewiesen habe, seitens der Stadt wie seitens der Goldschmiedezunft stets aufs strengste auf die Einhaltung der Probebestimmungen gedrungen. In bezug auf die formale Lösung, d. h. den künstlerischen Gehalt dieser Waren, muß aber daran erinnert werden, daß zahllose Stücke in den Trachten- und Volksschmucksammlungen der Museen sich als Gmünder Arbeit durch den Einhornstempel ausweisen und damit noch heute bekunden, welcher Beliebtheit sich diese Filigran- und Silbergußarbeiten, Abb. 5 bis 7, gerade im 18. und beginnenden 19. Jahrh. in weitesten Schichten des Volkes erfreuten. Es war Volkskunst im besten Sinne des Wortes.

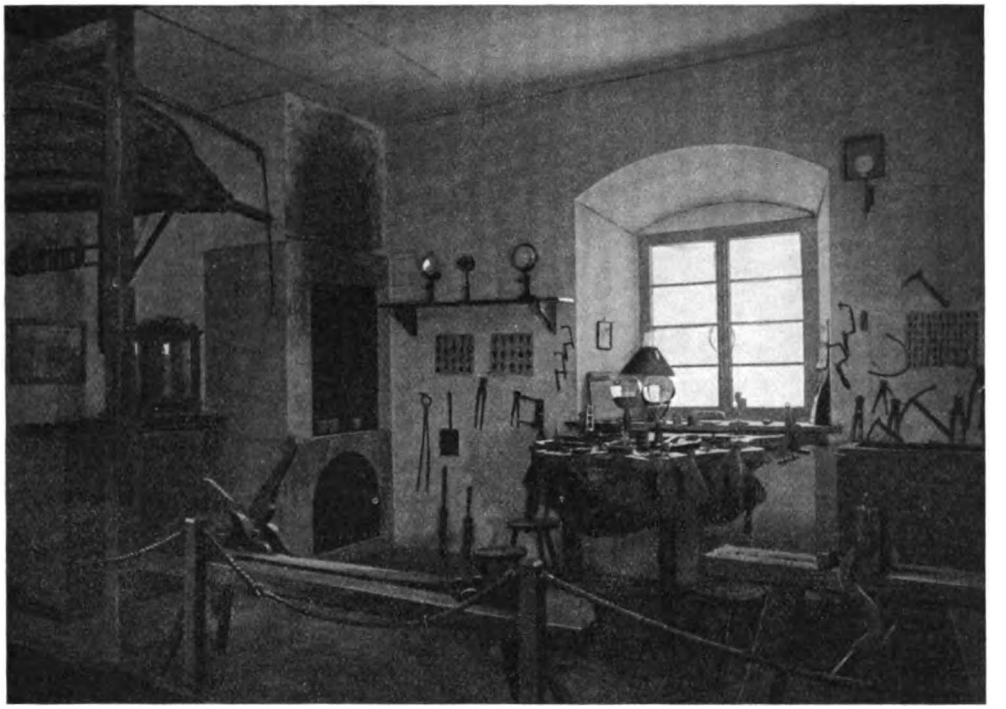


Abb. 8. Alte Goldschmiedewerkstatt im Gmünder Museum mit Esse, Blasbalg, Ziehbank, Drahtwalze, Werkbrett, Goldwage, Drahteingüssen, Zangen, Treibhämmer u. a.

Welt- und Wirtschaftkrisen wirkten auch damals äußerst hemmend auf die Entwicklung der Hunderte von Leuten beschäftigenden Gmünder Goldindustrie ein; Zollmauern und Abschrankungen zwangen in den Jahren 1760—80 gegen 100 Goldschmiede zur Auswanderung nach Wien.

1739 wurden 250 selbständige Meister gezählt; im Jahre 1800 waren es ohne Gesellen und Lehrlinge 285 Goldschmiede, eine immerhin beträchtliche Zahl, die es verständlich macht, daß die napoleonische Zeit mit der Kontinentalsperre für die Stadt neue große Schwierigkeiten brachte. Die Preise werden stark gedrückt, die Handelshäuser geben an Geldes Statt unnötige Waren, worüber die Goldschmiede mit Recht bittere Klage führen; ganz billige Erzeugnisse nach Polen und andern Ländern werden aus Semilor, einer tombakähnlichen Legierung, gefertigt. Die geschmackliche Form läßt stark zu wünschen übrig. 1776 hatte der Rat zur Hebung der künstlerischen Kräfte eine Zeichenschule gegründet; es war eine der ersten gewerblichen Bildungsanstalten in deutschen Landen. Allein solche Maßnahmen konnten natürlich den wirtschaftlichen Niedergang nicht aufhalten, zumal durch die veralteten Zunftgesetze und die Nichtaufnahme Andersgläubiger im Bereich der alten Stadtrepublik die notwendige Zuführung frischer Luft und neuen Unternehmungsgeistes aufs äußerste beschränkt war. 1803 fielen mit dem Übergang des Gemeinwesens an Württemberg manche dieser Hemmungen, aber die äußeren politischen Verhältnisse hinderten jetzt Jahrzehnte hindurch ein lebendigeres Wachstum. Im Jahre 1818 erstand in *Joh. Chrysostomus Mayer*[2]), Abb. 12, ein weitsichtiger Wirtschaftsführer, der leider mit allen wahren Propheten auch das gemeinsam hatte, von seiner Zeit nicht verstanden zu werden. In klarer Weise schaut er die Mängel, an denen die Gmünder Industrie zu Grunde zu gehen droht, Mängel, die in der Organisation wie im Charakter seiner Landsleute lagen. Gleichzeitig erkennt er mit scharfem Verstand die Notwendigkeiten, die die neue Zeit der freien Wirtschaft vom zünftigen Handwerk fordert. Er schlägt eine genossenschaftliche Vereinigung zur Beschaffung neuzeitlicher Arbeitsmaschinen, wie Präg- und Guillochiermaschinen, Drehbänke, Walzwerke vor, wünscht die Heranziehung auswärtiger Sonderfachleute wie Stein- und Stahlgraveure, Emailleure und Mechaniker und erblickt in der Gründung einer auf Rechnung der Goldschmiedezunft zu betreibenden Goldschleiferei, Schmelz- und Gekrätzanstalt eine Verbesserung und Verbilligung der bisherigen Arbeitsverfahren. Beachtenswert ist, daß er auch die Bedeutung der Galvanotechnik für die Edelmetallindustrie schon erkennt und in der Gewinnung eines Chemikers, wie in der Berücksichtigung von Chemie und Physik im Schulunterricht wertvolle Förderungen erblickt. *Mayer* hat alle diese Gedanken in einer Denkschrift zusammengefaßt, die er der Regierung übergab; bei allem Wohlwollen, das ihr dort entgegengebracht wurde, ist es klar, daß *Mayers* Gedanken ihrer Zeit zu weit vorauseilten, um bereits damals in die Tat umgesetzt zu werden.

Immerhin wurde mit dieser Denkschrift die neue Zeit der rationellen Betriebsweise eingeleitet. Langsam geht die mit den einzelnen Hausgenossenschaften verbundene Verlagsindustrie zurück, und die fabrikationsmäßige Herstellung durch maschinell eingerichtete Betriebe tritt an ihre Stelle.

[2]) Weitere Notizen über *Joh. Chrys. Mayer* in *Klein:* „Geschichte des Gmünder Goldschmiedegewerbes“, S. 95 u. ff. und „Festschrift zum 150jährigen Jubiläum der Gewerbe- und Fachschule“, S. 14 u. ff.

Digitized by Google

Gmünd hatte damit zu seinem Heile den Anschluß an die neue Zeit gefunden. Dieser Übergang vollzog sich in den Jahren 1820 bis 1850. Die ersten Silberwarenfabriken waren: *Augustin Weitmann, C. F. Haag* und *Kott, Walter & Forster;* die ersten fabrikationsmäßig eingerichteten Goldwarenfabriken *Nicolaus Ott, F. S. Kuttler* und *J. K. Urbon.*

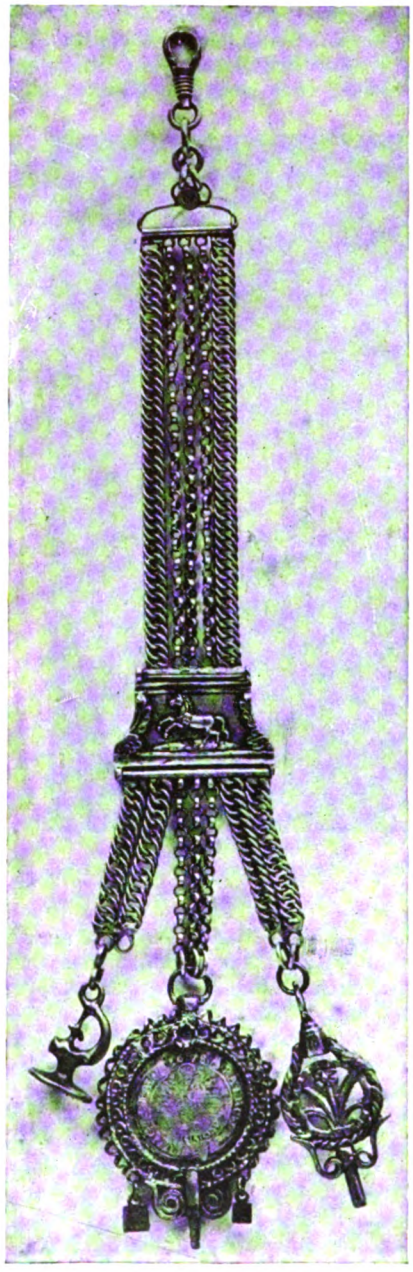


Abb. 9. Uhrkette, Panzer- und Erbsenkette, Gmünder Arbeit. Meister *J. G.* Anfang des 19. Jahrhunderts

Wasserrad und Göpelbetrieb bildeten die ersten Kraftquellen; 1851 errichtet *Nicolaus Ott,* Abb. 13, die erste Gasfabrik zur Beleuchtung und zum Löten und führt die Dampfmaschine zur Krafterzeugung ein.

1841 zählt man gegen 1200 Goldschmiede und Arbeiter, 1861 ist ihre Zahl auf 1500 gestiegen. 1830 wird der Zeichenschule eine Gravierschule angegliedert, besonders im Hinblick auf die in Paris aufgekommenen „Estamperien". Sie wird sogleich von gegen 60 Schülern besucht, ein Beweis für die Wichtigkeit, die ihr beigemessen wird. Diese Gravierschule mag wohl eine der frühesten Lehrwerkstätten in Deutschland gewesen sein. Der breiteren Einbürgerung der Silberwarenherstellung in den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts verdankt Gmünd noch heute seine überragende Bedeutung als Erzeugungsort von Silberwaren.

Die meisten der größeren Fabriken gehen in ihren Wurzeln auf diese frühe Zeit zurück.

Abb. 10. Eisenstampfe mit Abschlag um 1840

Abb. 11. Alte Durchbruchzange im Gmünder Museum um 1820

1870 wurden in 140 Betrieben gegen 2000 Arbeiter beschäftigt, im einzelnen sind es:

Betriebsform	Goldwaren	Silberwaren	Ketten	Filigranwaren	Bronzewaren Neusilber	Gesamtzahl
Fabrikmäßige Betriebe .	21	7	5	1	1	36
Handwerks-Betriebe . .	32	14	10	8	1	65

Dazu kommen sog. Hilfsgeräte, die in der Edelmetallindustrie heute noch eine bedeutsame Rolle spielen: Emailleure, Mechaniker, Fasser, Metalldrücker, Etuismacher u. a.

Durch den Zuzug frischen Blutes von auswärts machte sich eine lebhafte Aufwärtsbewegung bemerkbar, die nach 1870 besonders stark einsetzte und erfreulicherweise durch das Krisenjahr 1873 nicht so gefährlich unterbrochen wurde wie anderwärts (z. B. in Pforzheim). Freilich Pforzheim, dessen Aufschwung in den letzten 50 Jahren beispiellos in Deutschland ist, hat immer besondere Kräfte besessen, jede Wirtschaftskrise nur um so tatenfroher zu überwinden und dadurch neuen Aufschwung auszulösen. So wird in dieser Zeit der Keim zu der heutigen Weltbedeutung der Dublee- und Kettenindustrie gelegt, während sich die Gmünder Industrie der volkswirtschaftlichen Bedeutung dieser Neuerung zunächst verschloß.

Digitized by Google

Es ist keine Frage, daß die Jahrzehnte von 1870 bis 1900 eine starke Bereicherung der künstlerischen Ausdrucksmittel brachten und daß auf dem Gebiet der Ziselierung, Damaszierung, Stahlgravierung, Montierung und dem Silberfeinguß technisch Außerordentliches geleistet wurde. Eine vortreffliche Schulung durch einzelne hervorragende Lehrer trug nicht unwesentlich zu dieser Entwicklung bei. Welcher Wert der künstlerischen Ausbildung der Industrieangehörigen beigelegt wurde, geht daraus hervor, daß nach dem Vorbild von London, Berlin und Wien 1876 auch in Gmünd ein Gewerbemuseum gegründet wurde, dessen Vorbildersammlungen alter und neuer Metallarbeiten befruchtend und anregend wirken sollten. Bedeutende Männer wie Kommerzienrat *Julius Erhard*, Abb. 14, und *Hermann Bauer* geben der Industrie und der Stadt ihr Gepräge. *Erhard* wurde zum kunstsinnigen Sammler und Erhalter Gmünder Altertümer, die gerade in jener Zeit in sinnloser Weise zerstört oder aus der alten kunstfrohen Reichsstadt fortgeschleppt wurden.

gegeben zu haben. Die kunstgewerbliche Bewegung stockte nicht, bis der Weltkrieg 1914 jäh die eben vollendete Werkbundausstellung in Köln unterbrach, die der Welt die ersten ausgereiften Früchte neudeutschen Kunsthandwerks zeigen sollte.

Gmünds Edelmetallindustrie, die zum überwiegenden Teil Ausfuhrindustrie ist, lag zunächst vollkommen brach. Erst langsam richteten sich die größeren Werke auf Kriegsbedarf ein. Allmählich stieg auch wieder der Bedarf an Schmuckwaren, und insbesondere die Erzeugung hochwertiger Ausfuhrware wurde für das Reich ein wichtiger Umstand für die Gewinnung von Devisen zur Deckung des Bedarfes an Rohstoffen und Nahrungsmitteln.

So konnten die Betriebe aufrechterhalten und ein Stamm geübter Arbeiter bewahrt werden. Die neue Krisis nach dem Zusammenbruch und beim Zurückfluten der Kriegsteilnehmer konnte über Erwarten rasch überwunden werden, da mit dem Sinken der Mark ein Warenhunger nach festen Werten einsetzte, wie er bisher nie erlebt

Abb. 12. *Joh. Chrysostomus Mayer*, Kaufmann In Gmünd geb. 25. Oktober 1784 gest. 1854

Abb. 13. *Nicolaus Ott*, Begründer der Gmünder Goldwarenfabrikation. In Gmünd geb. 8. Dez. 1789, gest. 19. Juli 1858

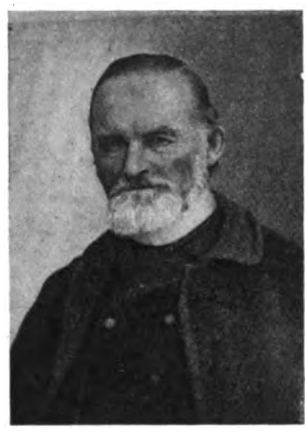


Abb. 14. *Julius Erhard*, Begründer der *Erhard*schen Altertumssammlung. In Gmünd geb. 21. März 1820, gest. 19. Jan. 1898

In der *J. Erhard*schen Gmünder Altertumssammlung, die er selbst im Einverständnis mit seinen Söhnen der Stadt schenkte, hat er sich ein bleibendes Denkmal gesetzt, das schöner in einer andern Stadt wohl kaum angetroffen wird.

Es war eine sorglose Zeit fröhlicher wirtschaftlicher Blüte, die, begünstigt durch die Machtstellung der Deutschen Reiches, der Ausfuhr deutschen Arbeitsfleißes reiche Möglichkeiten bot. Die Jahrhundertwende gibt dieser Entwicklung einen gewissen Abschluß.

Renaissance, Rokoko, Zopfstil hatten sich nacheinander in der Dekoration der Edelmetallerzeugnisse abgelöst; seit den 90er Jahren wurde die Forderung nach einer Reform, nach einem „neuen Stil" immer lebhafter, und die Pariser Weltausstellung 1900 bot die erste große Gelegenheit, diesem zunächst von England kommenden Gedanken weites Gehör zu verschaffen. Auch Gmünd war an der Ausstellung mit Auszeichnung beteiligt und hat in einer neuen Generation der künstlerischen Bewegung und ihren Begleiterscheinungen seine volle Aufmerksamkeit zugewandt.

Die Reformen im Zeichenunterricht an der gewerblichen Fortbildungsschule ruhten nicht, bis im Jahre 1907 die Verstaatlichung der oberen Abteilung als „Höhere Fachschule für Edelmetallindustrie" ermöglicht und in der Pflichtgewerbeschule eine neue zweckmäßig gestaltete Schulgattung gebildet wurde. Der „Jugendstil", der auch in der Edelmetallindustrie unter dem Widerspruch der älteren Generation willige Aufnahme fand, endete zwar kläglich; trotzdem hatte er den Erfolg, die Beachtung der Handarbeit in weiten Kreisen wieder erregt und neuen kräftigen Antrieb auf allen Gebieten des Kunstgewerbes

worden war. Die Zahl der selbständigen Geschäfte war in raschem Steigen begriffen. Am 1. April 1921 zählte man 187 Arbeitgeber und 5226 Arbeitnehmer. Diese Flucht in die Edelmetallwerte hatte für unser deutsches Volk den Vorteil, daß wenigstens ein Teil der Vermögen erhalten blieb; für die Erzeuger freilich blieb nur ein scheinbarer Gewinn, der rasch unter den Händen zerfloß und nach der Festigung der Mark ein nicht minder starkes Zurücksinken der Betriebe mit sich brachte. Nur diejenigen Firmen, die das Auslandgeschäft pflegten und durch Beschaffung fremder Devisen ihre Vermögenswerte einigermaßen erhalten konnten, zeigten sich den kommenden Schwankungen gewachsen. Bemerkenswert ist, daß der starke Auslandhandel es auch dem Gmünder Industrieverband im Herbst 1923 ermöglichte, als einer der ersten eine wertbeständige Zahlung für ihre Angestellten und Arbeitnehmer zu schaffen.

Organisatorisch bedeutete der Krieg mit seinen Folgen für die Gmünder Edelmetallindustrie einen Umwandlungsprozeß von weittragender Bedeutung. Zunächst nötigte die Beschäftigung mit Kriegsbedarf zu einem stärkeren Umdenken auf die Maschine. Sie nötigte ferner zu einem engeren Zusammenschluß der einzelnen Arbeitgeber im festgeschlossenen Verband, da die immer neu auftauchenden Fragen der Materialbeschaffung, Steuer- und Devisenfragen, Lohnverhandlungen u. a. eine einheitliche Spitze verlangten. Die Erfahrungen der Kriegszeit wirkten sich in den größeren Betrieben heilsam aus, die frühere mehr gefühlsmäßige Einstellung machte schärferen Berechnungen Platz. Die im Zug der Zeit liegende Forderung nach größerer Berücksichtigung maschineller Vorarbeit führte zur Gründung einer Mechanikerabteilung an der

Digitized by Google

Staatl. Fachschule, deren Berechtigung durch stete Vergrößerung erwiesen wurde.

Zu beachten ist, daß die Herstellung von Edelmetallwaren heute noch überwiegend auf Handarbeit eingestellt ist. Je kostbarer der Gegenstand, desto ausschließlicher ist die reine Handfertigung. Dies trifft besonders bei Juwelen zu, wo die Herstellung des Schmuckstückes bis zur Fassung der kostbaren Edelsteine ausschließlich Handarbeit ist. Die Einrichtung dieser Betriebe fußt in der Hauptsache noch auf den jahrhundertealten technischen Hilfsmitteln, wie Schmelzöfen, Ziehbank, Löteinrichtung, die lediglich verbesserte Formen uralter Goldschmiedewerkzeuge sind. Freilich haben auch in solchen Geschäften die neuzeitlichen Betriebmittel Einzug gehalten, und den Kern bildet auch hier eine mehr oder weniger gut eingerichtete mechanische Werkstatt. Walzwerke für Draht und Blech, maschinelle Poliereinrichtungen, Vergoldungsanlagen kamen hinzu, Gekrätz- und Kugelmühlen zur Aufbereitung des Bodengekrätzes, das gerade in Juwelenwerkstätten besonders wertvoll ist. Die größeren Betriebe verfügen über eigene Scheideanlagen und Laboratorien zur Prüfung des Feingehaltes der verarbeiteten Metalle, die infolge der mannigfaltigen Punzierungsgesetze der verschiedenen Staaten von besonderer Bedeutung sind.

Das später zu erwähnende Forschungsinstitut steht in dauernder beratender Verbindung mit den Betrieben. Je billiger der Schmuckgegenstand, desto mehr tritt die Handarbeit zurück und treten Spezialmaschinen an ihre Stelle. Die Werkzeugmaschine zur Herstellung der Schnitte und Durchstöße, der Stahlschneider zur Schaffung der Gesenke, Fallhämmer, Absägemaschinen, Scheuer- und Poliertrommeln, Kettenmaschinen, Automaten für Faßzargen u. a. sind Hilfsmittel zur Verbilligung der Erzeugnisse und besonders in der Dubleeindustrie allgemein durchgeführt.

Die Silberwarenherstellung ist von Anfang an weitgehend auf die Unterstützung durch Kraftmaschinen angewiesen gewesen, vgl. S. 76. Die Vorherrschaft Gmünds auf diesem Gebiete gründet sich auf das frühe Eingehen auf diese Erfordernisse. Wenn zweifellos auch in der Silberwarenherstellung die alte Handarbeit noch vielfache Anwendung findet, etwa in der Hammerarbeit und Ziselierung, und die künstlerische Gestaltung des Entwerfenden gleich wie beim Schmuck erstes Erfordernis einer guten Entwicklung ist, so spielt hier doch die eigentliche maschinelle Erzeugung eine größere Rolle, und die wirtschaftliche und wissenschaftliche Betriebführung zwingt zu steter Verbesserung der Anlage, die freilich wegen Kapitalmangels häufig nicht im wünschenswerten Maße durchgeführt werden kann.

Die mechanische Werkstätte ist heute überall die Keimzelle der Silberwarenbetriebe. Dem Schmelzvorgang des Metalles wird dauernd besondere Sorgfalt gewidmet, da das einwandfreie Gießverfahren Bedingung für blasenfreies Silber ist. Auch die Erzielung einer bestgeeigneten Legierung, die das bekannte Anlaufen des fertigen Gegenstandes auf das geringste Maß vermindert, steht derzeit im Brennpunkt der Aufmerksamkeit.

Kleine Betriebe sind heute vernünftigerweise allgemein zum Bezug der Bleche aus auswärtigen Halbstofffabriken übergegangen. Die größeren besitzen Luftfederhammer und Walzwerke zur Herstellung der Bleche. Friktionspressen bis zu 200 000 kg Druck prägen die in der Gravierwerkstätte hergestellten Gesenke aus. Der alte Fallhammer tritt heute in neuer verbesserter Form wieder in seine Rechte ein; er bietet den Vorzug billiger Anlage und größter Raumersparnis. Anstoß- und Ziehpressen, Rändel- und Biegemaschinen finden für die Herstellung der Rohstücke Verwendung, wobei freilich zu beachten ist, daß die Ziehpresse durch die kleine Auflage der einzelnen Muster und die Kostspieligkit der Grundstoffe, die eine Anhäufung im Lager verbietet, in der Anwendung beschränkt bleibt. Die Drückbank für runde und ovale Formen findet vielseitige Verwendung, ja man kann sagen, daß Gmünd für die Ausbildung von Silberdrückern für ganz Deutschland ein Ausgangspunkt geworden ist. Für die feine Oberflächenbehandlung kommt die Guillochiermaschine in Betracht, während die Gravierung und Ziselierung, die Hammerschmiedearbeit und Tulierung eine heute freilich allzu geringe Anwendung findet. Nicht nur die Ornamentlosigkeit der modernen Kunstrichtung, sondern auch die Preisfrage stehen der reichen Anwendung dieser uralten Handarbeiten, die in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts eine besondere Blüte erfuhren, entgegen. Hier hat gerade die Fachschule die Aufgabe, die Kenntnis solcher Techniken über die herrschenden Zeitströmungen hinüberzuretten.

Die galvanotechnische Anlage nimmt in der Silberwarenindustrie naturgemäß einen größeren Raum als in der Goldindustrie ein; die bisher vielfach gefühls- und handwerksmäßig angewandten Verfahren sollen auch hier durch die am Forschungsinstitut neu eingerichtete Abteilung auf wissenschaftlicher Grundlage verbessert werden.

Das Forschungsinstitut und Probieramt für Edelmetalle, das in neuester Zeit auch durch die Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft erwünschte Förderung erhielt, ist eine Gründung der Gmünder Industrie aus dem Jahre 1922. In einer Zeit, als die ins Bodenlose sinkende Mark den Wert der Edelmetalle und der Betriebsabfälle ins rechte Licht gestellt hatte und die Frage der Ersatzmetalle für das teure Platin neue Stoffgebiete erschloß, hat die Tatkraft und die Einsicht einiger Wirtschaftsführer den für die Zukunft wertvollen Gedanken zur Durchführung gebracht. Ist hier nach der Geldfestigung auch wieder ein natürlicher Zustand eingetreten, so blieb doch die Erkenntnis von dem Werte einer engeren Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik. Die Entwicklung des heute an die Fachschule angeschlossenen Institutes zu einer dem ganzen Reiche dienenden Anstalt hat gezeigt, daß diese Erkenntnis in stetem Wachsen begriffen ist.

Neben dem Forschungsinstitut ist die auf eine 150-jährige Geschichte zurückblickende Höhere Fachschule für das Edelmetallgewerbe ein wichtiger Umstand für die Erhaltung und Ausgestaltung der Industrie geworden. Werkstattunterricht in allen Techniken dieses weitverzweigten Gewerbes, Zeichen- und Modellierunterricht sorgen für die künstlerische und technische Ausbildung der Jugend. Durch ihren über Deutschlands Grenzen hinausreichenden Ruf zieht sie Juweliersöhne von auswärts in großer Zahl an, die durch ihre persönliche Verbindung zu treuen Kunden werden.

Wohl zieht sich der Absatz der billigen Waren meist über den Weg der Großhändler, aber in den feineren Waren und den für Gmünd besonders wichtigen Silberwaren ist der unmittelbare Verkehr mit der Juwelierkundschaft wieder neu ausgebaut worden.

Neben der Fachschule, die der Ausbildung der vorgeschrittenen Kräfte dient, besteht in Gmünd eine in Fachabteilungen gegliederte Gewerbeschule mit gegen 1200 Schülern, die in wohlaufgebautem dreijährigen Plane die Ausbildung der Lehrlinge pflegt. Die überwiegend kunstgewerbliche Einstellung der Gmünder Industrie äußert sich in einem für eine Stadt von 21 000 Einwohnern selten anzutreffenden künstlerischen Leben; ein hervorragendes Altertumsmuseum ist mit einem wertvolles Material bietenden Kunstgewerbemuseum und einer reichhaltigen Fachbibliothek im Hause der Fachschule und des Forschungsinstitutes vereinigt und bildet so einen geradezu idealen Mittelpunkt der Bildungsbestrebungen Gmünds. Daneben bestehen kunstgewerbliche Vereine, die der Pflege der Kunst und der künstlerischen Geselligkeit dienen. Veröffentlichungen über Gmünder Kunst alter und neuer Zeit haben den Namen Schwäbisch-Gmünd in weitesten Kreisen bekannt und geachtet gemacht. Geht man auf den gegenwärtigen Stand der Industrie ein, so ergibt sich folgendes Bild:

Digitized by Google

Die weltbeherrschende Stellung der deutschen Edelmetallindustrie vor dem Kriege ist durch die Schaffung nationaler Industrien in Italien, Spanien, der Tschechoslowakei und in Skandinavien erschüttert, hohe Zollmauern machen einen Wettbewerb in Nordamerika unmöglich, die Länder mit niedriger Valuta, Frankreich, Italien, Belgien, stehen mit ihren billigeren Löhnen in scharfem Wettbewerb. Tüchtige Arbeitskräfte, die wegen der Arbeitslosigkeit in Deutschland auswandern, tragen zur Verschleppung der Industrie bei, ohne daß bei dem gegenwärtigen Stand der Wirtschaftslage etwas Wesentliches dagegen gemacht werden könnte. Trotzdem ist auch in Gmünd die Hauptindustrie in einem Gesundungsprozeß, der durch schärfere Rationalisierung der Betriebe Günstiges für die Zukunft erhoffen läßt.

Es macht sich ein Bestreben nach Zusammenfassung der Kräfte bemerkbar, die zum besteingerichteten Großbetrieb, zur Erzeugung formvollendeter, technisch vorzüglicher und dabei preiswerter Ware führt; daneben steht der handwerkliche Kleinbetrieb für die Herstellung künstlerisch hochwertiger Handarbeit von persönlichem Charakter. Die gegenwärtige Nachfrage verlangt einerseits billige Stapelware und anderseits ganz teure hochwertige Einzelarbeiten.

Der im Edelmetallgewerbe seit langem vorhandene engherzige Konkurrenzstandpunkt muß schwinden zu Gunsten eines großzügigen Zusammenschlusses, auch über die Wettbewerbstädte hinaus, damit der Kampf auf dem Weltmarkt siegreich bestanden werden kann. Kleine Anzeichen davon zeigen sich in den Bestrebungen der Normung der hauptsächlichsten Metalle, bei der Werbung für die Schmuckkultur u. ä. Er wird erschwert dadurch, daß die Betriebe der Edelmetallindustrie fast durchweg kleineren Umfang haben, überwiegend persönlichen Charakter tragen und infolgedessen größeren Zusammenschlüssen abgeneigt sind.

Der Gmünder Industrieverband gibt die Verteilung der beschäftigten Arbeiter wie folgt an:

in Großbetrieben 30 vH (mit über 100 Arbeitern)
in Mittelbetrieben 40 vH (über 25 Beschäftigte)
in Kleinbetrieben 30 vH (unter 25 Beschäftigte).

Auf die einzelnen Erzeugnisse entfallen:

auf Silberwaren	60,3	vH
davon Großsilberwaren 28 vH		
Kleinsilberwaren 32,3 vH		
auf Goldwaren und Juwelen	30	vH
auf Uhrgehäuse, Taschen- und Armbanduhren	3	vH
auf optische Waren	5	vH
auf Hilfsgeschäfte	1,7	vH

Aus dieser Zusammenstellung ist die überwiegende Bedeutung der Silberwarenindustrie ersichtlich, in der man die Großsilber- und Besteckherstellung und die Kleinsilberwaren-Herstellung unterscheiden kann. Eine weitere Abart ist die ebenfalls die Form des Großbetriebes zeigende Metallwarenherstellung. Die Verwendung von Messing und Alpaka war während der Inflationszeit stark gestiegen, nachher freilich ebenso rasch wieder zurückgegangen. Die nächstgroße Bedeutung kommt der Juwelenherstellung zu, die in den beiden letzten Jahrzehnten an Umfang erheblich zugenommen hat und deren Beschäftigungsgrad sich auch nach der Markfestigung gut behauptet hat. Hier macht sich die Nachfrage nach hochwertigen Einzelerzeugnissen besonders bemerkbar.

Die Herstellung goldener Schmuckstücke ist reich gegliedert: Ringe, Ohrringe, Manschettenknöpfe, Uhrenarmbänder, Ketten, halbmontierte und gepreßte Schmuckstücke sind in besonderen Betrieben spezialisiert; ihr Absatz geschieht auf dem Weg über den Grossisten. Ihr Beschäftigungsgrad läßt bei der Verarmung des als Käufer dieser Waren in erster Linie in Betracht kommenden Mittelstandes sehr zu wünschen übrig. Dieses trifft auch auf den kunsthandwerklichen Schmuck zu, der sich an den gebildeten Mittelstand wendet. Die Erzeugung optischer Waren leidet unter starkem Wettbewerb andrer Orte. Die Herstellung von Armbanduhren, sowie die Fabrikation von Uhrgehäusen ist in den letzten Jahren mit Erfolg eingeführt worden; sie stellt eine erfreuliche Bereicherung der Gmünder Edelmetallindustrie nach der Breite dar. Falscher Optimismus wie Pessimismus sind gleich schädlich. Die augenblickliche leichte Besserung der Verhältnisse wird kaum von Dauer sein. Anderseits werden der Fleiß und die Gewissenhaftigkeit des deutschen Arbeiters, die Schöpfergabe des Kunsthandwerkers, die Unternehmungslust des Industriellen und der Weitblick des Kaufmanns alles aufbieten, um der Krise Herr zu werden und neue Kräfte dem heimischen Boden zu entlocken.

Literaturübersicht

Bauer, Hermann: Gmünder Schmuck- und Metallindustrie. Mitteilungen des Württ. Kunstgewerbevereins. Stuttgart 1904.

Bissinger, Karl: Die Pforzheimer Bijouterieindustrie in und nach dem Kriege. Karlsruhe 1924.

Bühler, Herbert: Die Gmünder Edelmetallindustrie. Diss. Tübingen 1922.

Erhard, Paul: Die Emailprunkstücke Wilh. Widemanns. Gmünd 1917.

Erhard, Paul: Gmünder Filigranarbeiten. Kunstgewerbeblatt. Monatsschrift für Geschichte und Literatur der Kleinkunst. Leipzig 1895.

Festschrift zum 150jährigen Jubiläum der Gewerbeschule, der Fachschule und zum 50jährigen Jubiläum des Kunstgewerbemuseums 1926. H. v. d. Stadtgemeinde. Gmünd 1926.

Gerstner, Paul: Die Entwicklung der Pforzheimer Bijouterie-Industrie von 1767—1907. Tübingen 1908.

Jourdan, Kurt: Auslese und Anpassung der Pforzheimer Bijouterie-Arbeiter. Pforzheim 1916.

Klein, Walter: Geschichte des Gmünder Kunstgewerbemuseums. Das Gmünder Fachschulwesen. Geschichte des Gmünder Edelmetallgewerbes. Broschüren n. Vorträgen, gehalten 1918 und 1919.

Gmünder Kunst. Bd. 1 bis 5. Gmünd 1920—1926.

Kreutz, Max: Kunstgeschichte der edlen Metalle. Stuttgart 1909.

Mayer, Joh. Chr.: Ideen über den Verfall des Handels und der Fabrikation v. Gmünd und die mögliche Verbesserung derselben. Kellersche Offizin. Gmünd 1818.

Menrad, Ferdinand: Betriebsverhältnisse in der Gmünder Edelmetallindustrie. Diplomarbeit. Frankfurt 1926.

Pazaurek, Gustav E. (Hrsg.): Gmünder Goldschmiedekunst. Vortrag. Remszeitung Gmünd 1911, Nr. 291.

Digitized by Google

AUGSBURGER KAUFLEUTE UND TIROLER BERGARBEITER IM 16. JAHRHUNDERT IN ENGLAND

Von Dipl.-Ing. Friedrich Hassler, Augsburg

Die wirtschaftliche und politische Bedeutung der freien Reichsstadt Augsburg im 16. Jahrhundert als Ursache für die Beteiligung ihrer Handelsherren am europäischen Bergbau

In der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts hatte Augsburg eine politische und wirtschaftliche Bedeutung erlangt, wie sie vorher und nachher nur wenige Städte Deutschlands erreicht haben. Dieser Aufstieg der alten Römerkolonie, späteren Bischofsstadt und seit 1276 freien Reichsstadt war bedingt durch ihre günstige Lage an dem schon von den Römern ausgebauten Straßennetz, besonders an der Straße, die lechaufwärts über den Fernpaß und den Brenner nach Italien führt. So wurden alle vom Norden kommenden Waren, die nach Italien und dem Orient gesandt werden sollten, in Augsburg aufgestapelt; ebenso wurden die vom Süden kommenden Waren meist von Augsburg aus verteilt. Die Zunft der Kaufleute stand daher in Augsburg an erster Stelle unter den 17 politischen Zunftverbänden, die seit der unblutigen Revolution von 1368 das Stadtregiment innehatten. An zweiter Stelle folgte die Weberzunft, die alle Gewerbe der Gewebeherstellung umfaßte. Zwischen den beiden Zünften bestanden mannigfache Wechselwirkungen. So führten die Kaufleute schon bald die Baumwolle ein, die sie in Italien kennengelernt hatten und veranlaßten dadurch die Augsburger Leineweber zur Herstellung eines Gewebes aus leinener Kette und baumwollenem Schuß, das als Augsburger Barchent bald in der ganzen damals bekannten Welt begehrt wurde. Dadurch wurde der Barchent zu einem Hauptgegenstand des Augsburger Handels, zumal die streng gehandhabten Zunftgesetze durch Geschau und Stempelung im Weberzunfthaus gleichmäßige und vollwertige Ware gewährleisteten. Hierdurch kam es auch, daß zahlreiche angesehene Augsburger Handelsfirmen ihren Ursprung auf Weber zurückführten, die zunächst den selbst gewebten Barchent, dann auch den ihrer Zunftgenossen verkauften und dafür Baumwolle und Flachs einführten, sich dann ganz dem Warenhandel widmeten und ihr Handwerk aufgaben. Handel und Gewebeerzeugung waren die Ursachen für Augsburgs glänzende Entwicklung in jener Zeit und die Grundlage der sprichwörtlich gewordenen Augsburger Pracht. Zu ihnen gesellten sich bald in immer ausgedehnterem Maße Geldgeschäfte, denn der wachsende Wohlstand der Augsburger Handelsherren veranlaßte zunächst die adeligen Herren

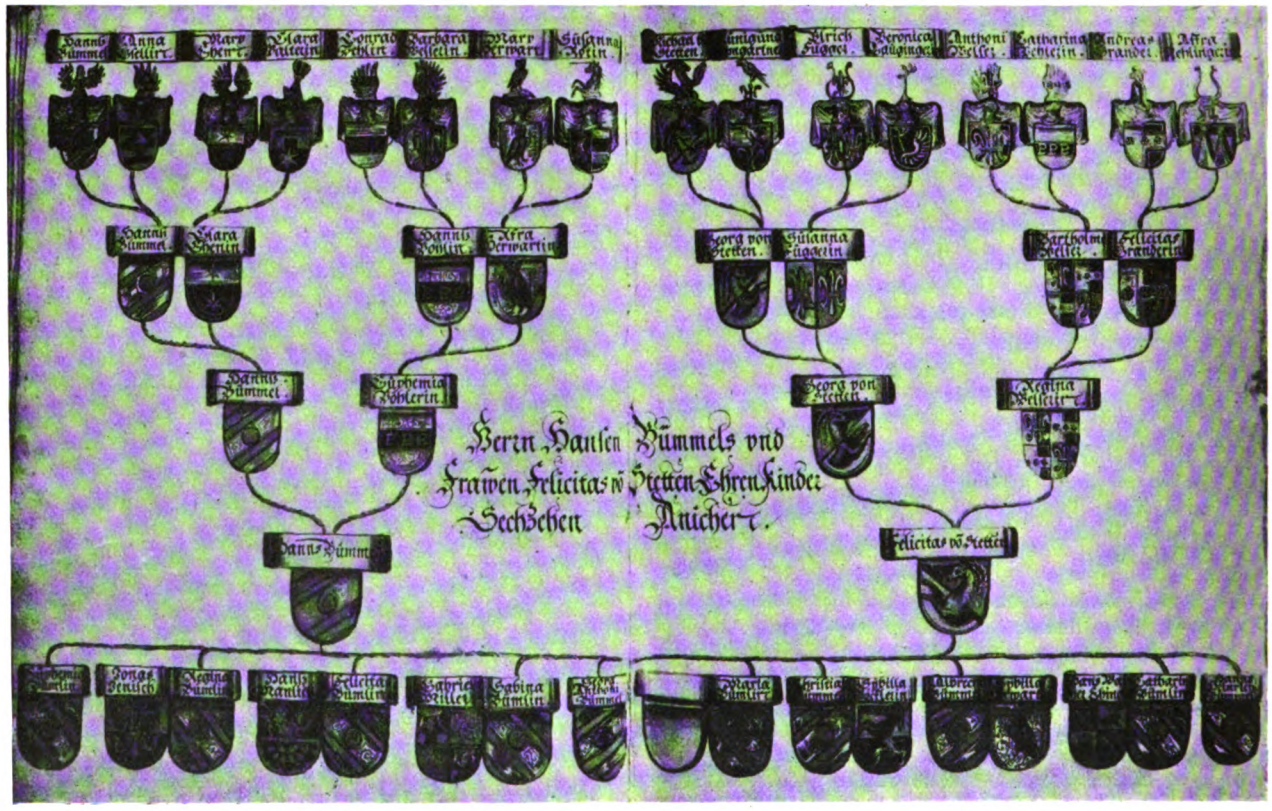


Abb. 1. Ahnentafel aus dem *Bimmel*schen Stammbuch

Digitized by Google

der näheren Umgebung, bald aber auch Fürsten, Päpste und Kaiser, bei ihnen Anleihen aufzunehmen. Der erste deutsche Kaiser, der mit den Augsburger Kaufleuten solche Geschäfte machte, war *Friedrich III.* Sein Sohn *Maximilian I.* erweiterte diese Beziehungen ganz außerordentlich und hielt sich daher so viel in Augsburg auf, daß ihn *Ludwig XII.* von Frankreich den „Bürgermeister von Augsburg" nannte. Durch sein leutseliges Wesen gewann sich dieser Kaiser, den die Geschichte den „letzten Ritter" nennt, die Herzen der Augsburger, auf deren geldliche Unterstützung er, „der schlechteste Haushalter des Hauses Habsburg", so sehr angewiesen war. Aber auch *Karl V.*, der Kaiser, in dessen Reich die Sonne nicht unterging, mußte sich immer wieder an die Augsburger wenden, wenn er für seine politischen und kriegerischen Unternehmen Geld brauchte. Schon bei seiner Kaiserwahl hatte in dem Wettbewerb der Habsburger und der Valois um die deutsche Kaiserkrone die geldliche Unterstützung, die den Habsburgern von Augsburger Handelsherren unter Führung der *Fugger* zuteil wurde, eine ausschlaggebende Rolle gespielt, denn sie ermöglichte es *Karl V.*, den deutschen Kurfürsten größere Summen zu bieten, als dies *Franz von Frankreich* vermochte. Es läßt sich kaum ausdenken, welchen Lauf die Geschichte genommen hätte, wenn das Augsburger Kapital damals *Franz* oder einem anderen Bewerber zum Sieg geholfen hätte. — Die Sicherstellung der den Fürsten und Kaisern gewährten Darlehen, ihre Verzinsung und Rückzahlung, geschah in der Regel durch Anweisung auf die Erträgnisse der Bodenschätze des Landes, über die die betreffenden Fürsten ein Verfügungs- oder doch Mitverfügungsrecht in verschiedenen Formen besaßen. Auf diese Weise kamen die Augsburger Handelshäuser durch das Anleihegeschäft in den Erzhandel und von hier aus war nur noch ein Schritt zur Erwerbung von Bergwerksanteilen und von Hüttenwerken.

Die Gründung der Augsburger Handelsgesellschaft *Anton Haug, Hans Langnauer* und Mitverwandte und deren Entwicklung bis zum Eintritt in das englische Bergwerksunternehmen (1531–1564)

Auch die Handelsgesellschaft der *Haug*, wie wir unsere Firma künftig abgekürzt nennen wollen, gehört zu jener Gruppe Augsburger Unternehmungen, die ihre Entstehung dem Unternehmungsgeist eines Augsburger Webermeisters verdanken. Der 1440 geborene Weber *Hans Bimmel* (auch *Bümmel* oder *Pymmel* geschrieben) hatte in ganz ähnlicher Weise wie seine Zunftgenossen *Fugger, Höchstetter, Arzt, Ehem* und andere neben seinem Handwerk den Stoffhandel aufgenommen. Von seinen Söhnen gehörten zwei ebenfalls der Weberzunft an, während der dritte sich schon der Zunft der Kaufleute angeschlossen hatte. — Über ihr und ihrer Nachkommen Schicksal gibt uns ein Stammbuch Kunde, das zu den Schätzen der Augsburger Stadtbibliothek gehört. Das Buch, mit dessen Herstellung im Jahre 1608 begonnen wurde, umfaßt von 1404 angefangen und bis 1632 weitergeführt sechs Generationen dieser Familie. Das Buch ist außerordentlich sorgfältig angelegt und mit reizenden farbigen Handmalereien und zierlichen Wappenbildern bei jedem einzelnen Namen geschmückt, Abb. 1. — Am 1. September 1531 übergab der letzte der drei Brüder das Unternehmen an die bisherigen Faktoren *Anton Haug, Hans Langnauer* und *Ulrich Linck*, die mit den Vorbesitzern verschwägert waren. Hierüber wird auf der ersten Seite im ersten der beiden Geheimbücher der *Haug* ein Jahr später etwa folgendermaßen berichtet, Abb. 2:

„Laus deo 1532 am 1. September. Im Namen der heiligen unzerteilten Dreifaltigkeit Gott Vater, Sohn und heiliger Geist haben wir mit Namen *Anton Haug* der Ältere, *Hans Langnauer* und *Ulrich Linck* eine einträchtigliche, wohlbedachte, neue Vereinigung und Verpflichtung getroffen bezüglich unseres Gewerbes und des Kaufmannshandels, der nach Absterben unserer beiden Herren und Schwäger weiland Herrn *Anton* und *Hans*, die Gebrüder *Bimmel* selig, auf uns gekommen und erwachsen ist . . . und haben beschlossen sechs Jahre lang, angefangen am 1. September 1531 und endend am 1. September 1537, es folgendermaßen zu halten usw."

Der Geschäftsbetrieb wurde in den auf die Übernahme folgenden Jahren ziemlich unverändert weitergeführt. Sitz des Unternehmens blieb Augsburg, um das sich ein Kranz von mehr oder weniger bedeutenden Zweigniederlassungen gruppierte, so in Nürnberg, Ulm, Antwerpen und Venedig, ferner Schwaz und Joachimstal. Später kamen Niederlassungen in Neusohl und Teschen hinzu. Die Lager in Biberach und Ulm dienten in erster Linie dem Barchenthandel; eine Geschäftsverbindung mit einer Kölner Firma entstand zur Beteiligung an der dortigen Seidenerzeugung; in Frankfurt a. M. vertrat ein Bediensteter der Firma seine Herren auf den Messen. Die Niederlassung in Wien hatte den Verkehr mit den Habsburgern zu vermitteln, mit den Königen von Frankreich verkehrte man

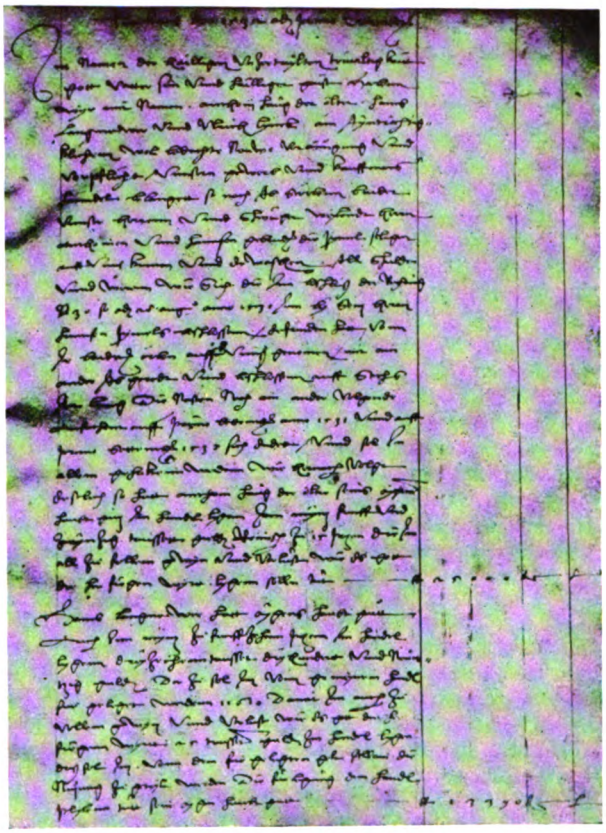


Abb. 2. Erste Seite des Geheimbuchs der Augsburger Handelsgesellschaft von *Anton Haug, Hans Langnauer* und *Ulrich Linck*

durch eine Filiale in Lyon. Außerdem entstanden noch Niederlassungen in Breslau, Leipzig, Linz, Krems, Krakau und Danzig. Jede dieser Faktoreien war wieder Mittelpunkt zahlreicher Beziehungen, wobei die gegenseitigen Bezirke nicht streng abgegrenzt waren. Auffallend ist das völlige Fehlen von Niederlassungen auf der Pyrenäenhalbinsel, wo damals zahlreiche andere Augsburger Firmen ausgedehnte geschäftliche Beziehungen hatten. Außer den drei Gründern waren zwei Söhne der Vorbesitzer und andere Familienangehörige, sowie acht Handlungsdiener als Teilhaber aufgenommen. So waren es im ganzen 17 Teilhaber, die ein Kapital von 90 850 fl [1]) einbrachten, wovon den drei Gründern 53 401 fl. gehörten. Die Entwicklung des Unternehmens war, nach den Bilanzen

[1]) Der Goldgehalt von 5 rheinischen Goldgulden entsprach nach *Strieder* dem von 4 goldenen Zehnmarkstücken der Vorkriegszeit. Hierbei muß aber noch die größere Kaufkraft des Geldes im 16. Jahrhundert berücksichtigt werden.

Digitized by Google

zu schließen, günstig. So warfen die beiden ersten Jahre 47 vH ab, wodurch es den Inhabern möglich wurde, das Geschäftskapital auf 340 010 fl. zu erhöhen. Nach Ablauf der sechs Jahre wurde das Unternehmen weitergeführt, doch kamen wiederholt Veränderungen durch Todesfälle und Austritte von Teilhabern vor, wobei auch der Name der Gesellschaft geändert wurde. Um die Zahl der Beteiligten zu vermindern, nahm man an Stelle der Ausscheidenden keine neuen Teilhaber auf, sondern Kapital, das in der Regel mit 5 vH und nur in bevorzugten Fällen mit 7½ vH jährlich verzinst wurde. So hatten die noch verbleibenden Teilhaber dann die Differenz zu dem tatsächlich erzielten Gewinn für sich. Allerdings brachte die Beteiligung fremden Geldes, dessen Betrag bis zum Fünffachen des Stammkapitals anwuchs, es mit sich, daß die noch verbleibenden Teilhaber sich in immer großartigere und ausgedehntere Unternehmungen einließen. Hierdurch gelang es ihnen zwar, Gewinne zu erzielen, die bis zu 40 vH anstiegen und in den folgenden Jahren stets über 10 vH betrugen, doch wurden sie auf diese Weise immer mehr vom Warenhandel abgedrängt und mußten ihre Haupttätigkeit auf Geldgeschäfte verlegen, wodurch sie immer stärker an bergbaulichen Unternehmungen, zunächst in Tirol, beteiligt wurden. Im Jahre 1563 erhielten sie für ihre Forderungen an den Kaiser weitere Anweisungen auf die ungarischen Kupferbergwerke und erreichten dadurch im Kupferhandel etwa dieselbe Monopolstellung, die vor ihnen die Fugger besessen hatten. Dies hat allem Anschein nach dazu geführt, daß sie sich auch am englischen Kupferbergbau beteiligten, zumal sie durch ihre Antwerpener Niederlassung schon seit 1545 Beziehungen zu England hatten. Diese hingen damit zusammen, daß die *Haug* in den Niederlanden große Mengen der damals so berühmten niederländischen Tuche gekauft hatten, für welche die Wolle aus England bezogen wurde. Später stellten die Engländer selbst Tuche her, wodurch englische Kaufleute auch mit den *Haug* in Beziehung traten, die von ihnen dann auch zu Geldgeschäften mit dem englischen Hof herangezogen wurden.

Die Gewerken der Königlichen Bergwerksgesellschaft

	1564—1565	Fastnacht 1566	Weihnacht 1566	Crucis 1567	Allerheilig. 1567	Pfingsten 1568
Haug, Langnauer u. Mitverwandte	11	10½	10½	9¾	9¾	9¾
Sir William Cecil (seit 1571 Lord Burghley)	2	2	2	2	2	2
Thomas Thurland, Schatzmeister	2½	1½	1½	1½	1½	1½
Edmund Thurland	1	1½	½	½	½	½
Roger Wetheral	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼
Robert Graf von Leicester	2	2	1½	1½	1	1
William Humfrey	1¼	¾	—	—	—	—
Benedetto Spinola	2	2	2¾	2¾	2¼	2¼
Cornelius de Vos	1	1	¼	¼	¼	—
Jeffrey Duckett	—	¼	¼	¼	¼	¼
Richard Springham, alderman	—	¼	¼	¼	¼	¼
Lord James Mountjoy	—	¼	¼	¼	¼	¼
John Dudley	—	¼	¼	¼	¼	¼
William Winter	—	¼	¼	¼	¼	¼
George Needham	—	¼	¼	¼	¼	¼
William Patten	—	½	½	½	½	½
Jeffrey Wolcheton	—	½	—	—	—	—
Lionel Duckett, alderman	—	—	1	1	1	1
John Tamworth	—	—	½	½	½	½
Matthew Field	—	—	⅛	⅛	⅛	⅛
Edmund Wurschopp	—	—	⅛	⅛	⅛	—
Anthony Duckett	—	—	—	¼	¼	¼
William Burd, Schatzmeister der Gesellschaft	—	—	—	¼	¼	¼
Thomas Smith, customer	—	—	—	¼	¼	¼
Graf von Pembroke	—	—	—	—	1	1
Richard Barnes, alderman	—	—	—	—	—	⅜

Die Gründung der königlichen Bergwerksgesellschaft von England (1564—1565)

In England gehörte das Recht, Edelmetalle zu schürfen, seit den frühesten Zeiten zu den Vorrechten der Krone, und da Edelmetalle dort immer mit anderen Metallen versetzt gefunden wurden, wurde so der gesamte Bergbau des Landes von der Krone kontrolliert. Dies königliche Recht beruhte teilweise auf einem Gewohnheitsrecht — als solches ist es in den Gesetzen *Eduard des Bekenners* mit folgenden Worten niedergelegt: „thesauri de terra domini regis sunt" —, teilweise wurde es begründet mit der „besonderen Bedeutung des Metalles, seinem Nutzen und seiner Wichtigkeit für den öffentlichen Gebrauch". Auf Grund dieses Rechtes wurden schon von den Plantagenets Privilegien gegen Geldrente oder Anteil (meist ein Zehntel) am Ertrag gewährt, doch war der Bergbau wenig bedeutend und beschränkte sich im wesentlichen auf den Betrieb von ganz primitiven uralten Blei- und Zinnminen. Deshalb machte der Augsburger Kaufmann *Joachim Höchstetter* dem König *Heinrich VIII.* das Anerbieten, er wolle mit anderen deutschen Kaufleuten und deutschen Bergarbeitern den englischen Bergbau weiterentwickeln. *Höchstetter* entstammte einer angesehenen Augsburger Familie, die in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts das nächst den *Fuggern* und *Welsern* bedeutendste oberdeutsche Handelshaus innehatte. Die *Höchstetter* gehörten zu den ersten Oberdeutschen, die in Antwerpen feste Niederlassungen gründeten und von dort aus mit den englischen Königen umfangreiche Geldgeschäfte machten. Auch am Tiroler Silber- und Kupferbergbau waren die *Höchstetter* beteiligt gewesen und hatten dort eine Zeitlang eine führende Rolle gespielt. Der Zusammenbruch einer groß angelegten Quecksilberspekulation und das verschwenderische Leben einiger Familienmitglieder ließ das Unternehmen, das überdies immer mehr mit fremdem Geld arbeitete, im Jahre 1529 zusammenbrechen. Erst nach langen Bemühungen gelang es im Februar 1530, einen Vergleich zustande zu bringen, doch war damit das Augsburger Geschäft der *Höchstetter* vernichtet. *Heinrich VIII.* ernannte nun *Joachim Höchstetter* zum „Principal surveyer and master of all mines in England and Ireland" und erteilte einer Gesellschaft, an deren Spitze *Joachim Höchstetter* stand, die Erlaubnis, 43 Jahre lang in Schottland nach Gold und Silber zu graben. Es ist indessen nicht bekannt, wie weit diese Angelegenheit gediehen ist und ob der Plan überhaupt verwirklicht wurde. Unter der Regierung der Königin *Elisabeth* wurde ein neuer Versuch gemacht, auch in England die Metallerze in ausgedehnterem Maße zu verwerten und zu diesem Zweck Ende 1564 die „Society of Mines Royal" gegründet. Da man für diese Gesellschaft die von den Deutschen in ihren Bergwerken gemachten Erfahrungen ausnützen wollte, war es das Gegebene, die Mitwirkung der im deutschen Kupferbergbau führenden Firma zu gewinnen. Daher trat der englische Schatzmeister *Thomas Thurland* in Unterhandlung mit dem Londoner Vertreter der *Haug*, *Daniel Höchstetter*, einem Sohn *Joachim Höchstetters*. Die Verhandlungen führten am 10. Dezember 1564 zum Abschluß eines Vertrages zwischen der Königin *Elisabeth* einerseits, *Thurland* und *Höchstetter* andererseits, der die letztern ermächtigte, „alle Arten von Bergwerken zu betreiben und Erze von Gold, Silber, Kupfer und Quecksilber in den Grafschaften York, Lancaster, Cumberland, Westmorland, Cornwall, Devon, Gloucester und Worcester und in Wales zu suchen, zu graben, zu probieren, zu rösten und zu schmelzen". Die Königin sollte ein

Digitized by Google

Zehntel des gediegenen Goldes und Silbers und ein Zehntel der Gold- und Silbererze erhalten, die acht Pfund im Zentner enthielten; von jedem Zentner Kupfer zwei Schilling oder ein Zwangzigstel während der ersten fünf Jahre und später zwei Schilling sechs Pence oder ein Fünfzehntel. Ferner sollte sie das Vorkaufsrecht auf alle Edelsteine und Perlen haben, die in den Bergwerken gefunden wurden. Auf Grund dieses Vertrages wurde im Juli 1565 die Gesellschaft endgültig konstituiert, und zwar wurden im ganzen 24 Geschäftsanteile ausgegeben. Von diesen übernahmen die *Haug* zunächst elf, während die übrigen dreizehn an englische Adelige und sonstige bedeutende Persönlichkeiten des Staatsrates und der in Betracht kommenden Grafschaften abgegeben wurden. Wie die Aufstellung in Abb. 3 zeigt, waren unter den Gewerken Persönlichkeiten, deren Namen in der Geschichte bekannt geworden sind. Man erkennt daraus weiterhin, welche Änderungen im Lauf der Jahre eintraten und zwar sind aus den jährlich siebenmal gemachten Aufstellungen der Gewerken hier jene herausgegriffen, die eine Veränderung gegenüber den vorhergehenden zeigen.

Die Handelsbücher der englischen Bergwerksgesellschaft im Augsburger Stadtarchiv

Im Augsburger Stadtarchiv befinden sich 12 umfangreiche Aktenbände, „Die Keswicker Bergwerke betreffend", so benannt nach Keswick, dem Sitz der neuen Bergwerksgesellschaft, einem Städtchen in Cumberland. Sieben von ihnen enthalten die Abrechnungen, die von Handlungsgehilfen der *Haug* in Keswick über die aufgelaufenen Unkosten bei der Einrichtung und später beim Betrieb der Bergwerke aufgestellt wurden. Diese Aufzeichnungen wurden siebenmal jährlich abgeschlossen, die Unkosten unter die verschiedenen Gewerken buchmäßig verteilt und die Aufstellungen durch die Vermittlung des Londoner Vertreters an die Zentrale in Augsburg weitergeleitet. Ihre Ankunft dort erfolgte in der Regel, wie aus angebrachten Vermerken zu ersehen, sechs Wochen später, einige Male allerdings haben die kriegerischen Ereignisse in den Niederlanden größere Verzögerungen verursacht. Im Gegensatz zu dem damals in England üblichen Geschäftsjahresbeginn am 25. März ließ man das Geschäftsjahr mit dem Kalenderjahr zusammenfallen und erstellte an Fastnacht die erste Abrechnung. Ihr folgte an Ostern die zweite, die dritte an Pfingsten, die vierte am St. Jakobstag (25. Juli), die fünfte am heilig Kreuztag (14. September), die sechste an Aller Heiligen und die letzte, die Rechnung Weihnachten, am Jahresende. Dieser letzten Abrechnung ist in der Regel eine Zusammenstellung aller während des Jahres aufgelaufenen Unkosten beigefügt und ihre Verteilung auf die Gewerken, „wie viel jeden pro seine Rata zu bezahlen gebührt". Zu diesen Aufzeichnungen wurde häufig Papier genommen, dessen Wasserzeichen anzeigen, daß es in Augsburg hergestellt war. Solche Augsburger Wasserzeichen enthalten oft den Reichsadler, die Zirbelnuß, oder ein großes lateinisches A, doch ist auch eine Anzahl anderer Wasserzeichen bekannt, die auf Augsburger Herkunft schließen lassen. Nach ihrer Ankunft in Augsburg wurden die englischen Akten sorgfältig mit einem Papierumschlag versehen und jahrweise in Pergament eingeheftet. Die fünf anderen Bände enthalten Rechnungen der Londoner Niederlassung über ihren Geld- und Warenverkehr mit der Augsburger Zentrale, den Niederlassungen der Firma in Antwerpen und Venedig und mit der Geschäftsführung in Keswick. Bei einigen dieser Bände läßt die gleichmäßige Schrift und das gleichmäßige Augsburger Wasserzeichen vermuten, daß es sich um Abschriften handelt, die bei Auflösung der *Haug*schen Gesellschaft für das Augsburger Stadtgericht angefertigt wurden, wie wir überhaupt die Erhaltung der gesamten Akten dem Umstand verdanken, daß sie vom Gericht eingefordert wurden.

Aus diesen Akten ergibt sich nun, obwohl sie nur rein kaufmännische Aufstellungen enthalten und keinerlei geschichtliche Notizen, doch ein außerordentlich plastisches Bild von dem ganzen Verlauf des Unternehmens und von den damaligen Kulturzuständen in England. Dies hat seinen Grund darin, daß sämtliche Angestellten und Arbeiter mit Nahrung, Kleidung und allem sonst Nötigen versehen wurden. In Anlehnung an die Gepflogenheiten des Tiroler Bergbaus wurde die erste Einrichtung der Gruben durch „Herrenarbeiter", also im Taglohn ausgeführt, ebenso geschah der Bau von Straßen, Brücken und Gebäuden im Tagelohn. Erst dann kamen die eigentlichen Bergarbeiter, die in Gruppen unter Leitung eines „Hutmanns" arbeiteten und nach der Menge der von ihnen abgelieferten Erze bezahlt wurden, wobei man drei Qualitäten unterschied, die als Ganzerz, Schiefererz und Kolbenbruch bezeichnet wurden. Die Löhne wurden indessen nicht ausbezahlt, sondern gutgeschrieben und gegen die gemachten Warenbezüge verrechnet. Man muß jedoch anerkennen, daß unter den gegebenen Verhältnissen die Anwendung des Trucksystems durchaus angebracht war. Überdies wurden in der Regel auch den in Deutschland verbliebenen Frauen und sonstigen Angehörigen der Bergarbeiter ein Teil des verdienten Geldes durch die dortige Niederlassung der *Haug* ausbezahlt. Die Kosten für die Reisen der Angestellten und der Bergarbeiter von Deutschland nach England wurden ebenfalls von der Augsburger Firma ausgelegt; man kann also aus den verrechneten Beträgen ersehen, welchen Weg die einzelnen Trupps nahmen und welche Transportmittel gebraucht wurden. Einzeln reisende Bergarbeiter bekamen von der Firma Anweisungen an die verschiedenen Niederlassungen unterwegs, so daß sie keine größeren Barbeträge mit sich führen mußten. Mit diesen Ausgaben für Reisende wird das Straßzehrung- und Mundkostkonto belastet, während die allgemeinen Unkosten im Groß-Unkostenkonto enthalten sind.

Ein außerordentlich umfangreiches Konto ist das Holz- und Bretterkonto, das sowohl den Bedarf der Gruben als auch der notwendigen Bauten an Nutzholz einschließt. Im Schmied- und Eisenkonto sind die für die Bauten benötigten Nägel untergebracht. Das Warenkonto, Unschlittkonto, Hausratkonto und Weinkonto enthält hauptsächlich den Bedarf der Arbeiter. Die Auszüge der Londoner Niederlassung schließen ihre Rechnungen mit einer Aufstellung in der auf der einen Seite die Habenposten als empfangen und die Sollposten auf der anderen Seite eingetragen sind, so daß sie entgegengesetzt zueinander geschrieben sind, wie unser Bild zeigt[2]), Abb. 3.

Über die technische Einrichtung der Bergwerke geben uns diese Bücher natürlich nur insofern Aufschluß, als die gekauften Werkzeuge und die Entlohnung der verschiedenen Arbeiten eingetragen sind. Immerhin genügen diese Angaben, um erkennen zu lassen, daß man sich ganz genau an die in Deutschland angewandten Methoden hielt, und über diese besitzen wir in dem Werk von *Agricola* „De re metallica", das 1556 in Basel in lateinischer Sprache erschienen ist, außerordentlich genaue, durch viele Bilder erklärte Angaben, so daß das Fehlen von solchen in unseren Handlungsbüchern keinen allzu großen Mangel darstellt. Auf die Darstellungen *Agricolas* einzugehen, kann aber deswegen unterlassen werden, weil eine Neuausgabe der Übersetzung dieses Werkes vorbereitet wird.

[2]) Die Keswickschen Bergwerksakten wurden von Dr. *R. Ehrenberg* bei der Vorarbeit zu seinem 1896 erschienenen Werk „Das Zeitalter der Fugger" benutzt. Dann waren sie längere Zeit verlegt und wurden erst 1911 wiedergefunden. In diesem Jahre wurden sie dem englischen Professor *W. G. Collingwood* durch Vermittlung des Ruskin-Museums in Coniston (Lancashire) zur Verfügung gestellt, der unter dem Titel „Keswick zur Zeit Elisabeths" 1912 eine umfangreiche Arbeit herausgab. Den Hinweis auf diese Arbeit verdanke ich dem Herausgeber der „Beiträge zur Geschichte der Technik", dem sie im Science-Museum in London gezeigt wurde.

Digitized by Google

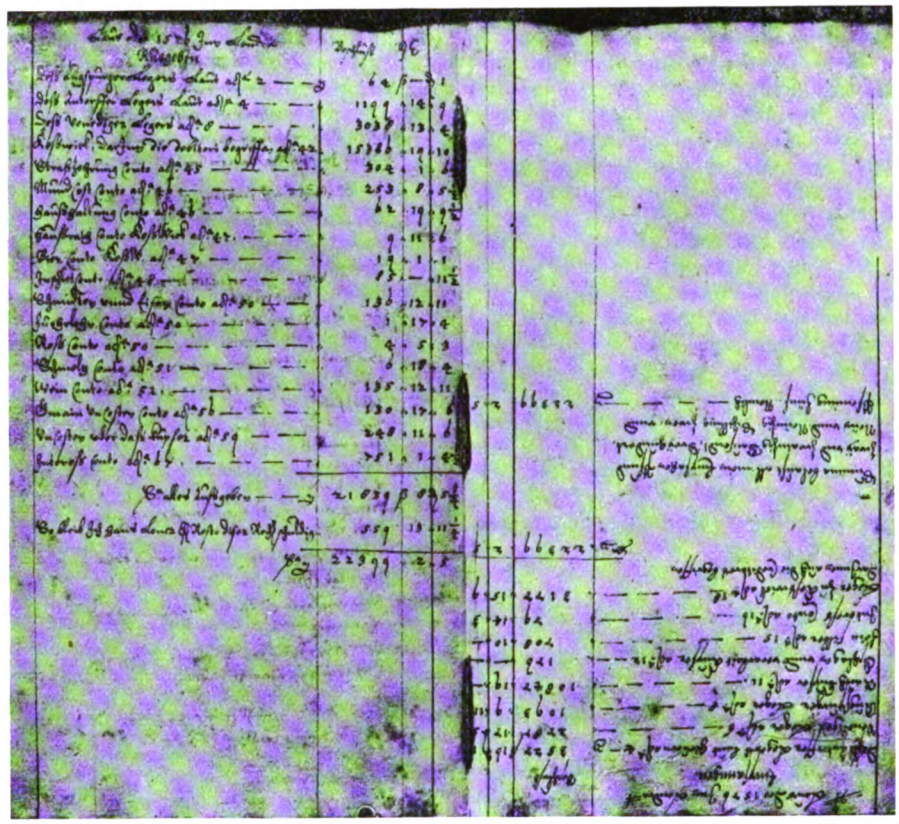


Abb. 3. Eine Seite aus dem Handelsbuch der *Haug*, enthaltend Abrechnung von den Geschäften der Londoner Niederlassung (1568)

Die Aufnahme des Bergbaus in Cumberland, die Anlage der Schächte durch Tiroler Bergarbeiter, der Bau von Häusern, Straßen und Brücken (1564—1570)

Sofort nach Gründung der Bergwerksgesellschaft gingen die *Haug* mit großer Energie an die Anlage der Bergwerke. Es wurden zunächst Probeschürfungen im Lakedistrikt in Cumberland angestellt, und erst nachdem die nach Augsburg gesandten Erzproben für gut befunden wurden, einzelne Schächte ausgebaut [3]). Zu diesem Zwecke wurden mehrere Trupps Tiroler Bergarbeiter nach Keswick geschickt, wo die Geschäftsleitung der Gesellschaft untergebracht war. Diese lag zunächst in den Händen von *Daniel Höchstetter*, dem ein tüchtiger Handlungsdiener der *Haug*schen Gesellschaft zur Führung der Geschäftsbücher beigegeben wurde. Weiter wurden noch im Lauf des Jahres 1565 Zimmerleute und Schmiede nach England geschickt, erstere hauptsächlich zur Errichtung von Gebäuden. — Über die ersten vier Jahre des Unternehmens liegen nur die Aufzeichnungen der Unkosten und deren Verteilung auf die Gewerken vor. Am Ende des Jahres 1568 wird eine Zusammenstellung aller Unkosten gemacht, die von 2800 £ im Jahre 1564 auf 6700 £ im Jahre 1568 gestiegen waren und insgesamt 18 611 £ betrugen. Sehr umfangreich ist dagegen das über das Jahr 1569 vorliegende Material, insbesondere das Journal dieses Jahres, das man als das erste Betriebsjahr bezeichnen könnte. Auch in diesem Jahr streckte die Augsburger Firma die für den Ausbau nötigen Mittel vor, und so herrschte an den einzelnen Fundstellen und auch in den inzwischen errichteten Pochwerken und Schmelzhäusern reges Leben, was die großen Beträge für die Entlohnung der zahlreichen Arbeiter und die sonstigen Ausgaben erkennen lassen. Neben dem Betrieb der Gruben war auch die Beschaffung von Holz, Holzkohlen, Torf und in diesem Jahre erstmals auch von Steinkohle zu organisieren, weshalb im Februar ein Angestellter der Firma, der schon vorher wegen Holzkohlen in Irland gewesen war, neuerdings eine längere Reise unternimmt, um Kohlengräber zu gewinnen. Da hierfür Leibeigene (bondsmen) verwendet wurden, so war es notwendig, daß ständig ein Wächter dabei war, für dessen Besoldung immer ein bestimmter Betrag eingesetzt ist. Bei der ersten Steinkohlensendung, die eintraf, wurde ein Nachtwächter aufgestellt, da man fürchtete, die Kohlen könnten sich entzünden. Außer weiteren Wohnräumen und einem steinernen Schmelzhaus wurde in diesem Jahre eine Stampfmühle gebaut, die von einem Wasserrad angetrieben wurde. Die Benutzung der Wasserkraft war im deutschen Bergbau außerordentlich vielseitig, wie auch die Bilder und Beschreibungen in *Agricolas* Werk und anderen Büchern erkennen lassen und war überdies den Augsburgern auch von ihrer Vaterstadt her wohlbekannt; *Höchstetter* hatte dafür schon ein besonderes Privileg von der Königin erhalten. Für die Arbeiter wurde in diesem Jahre ein Badehaus, „der Knappen Badstuben", gebaut. Da die Ausführung der Bauten im Akkord geschah, ist deren Größe meist aus den Abrechnungen zu erkennen. Aus diesen ist auch zu ersehen, daß mehrere Gebäude in Stein erstellt wurden, während man damals in England meist noch Holzbauten hatte. Fast sämtliche Dächer wurden mit Schiefer gedeckt. Auch dem Straßenbau wurde in diesem Jahre erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt und eine weitere Brücke gebaut. Mit der Ausdehnung des Betriebes waren auch die Ausgaben gewachsen, trotzdem nunmehr schon Einnahmen für gewonnenes Kupfer erzielt wurden. Im Jahre 1569 betrugen die Ausgaben 7500 £ und erreichten trotz aller Mahnungen von Augsburg auch im folgenden Jahre noch die Höhe von 5647 £, so daß die *Haug* auch weiterhin Kapital zuschießen mußten, da die englischen Gewerken nur ganz geringe Beiträge leisteten.

[3]) Die in den Jahren 1564 und 1565 in Betrieb genommenen Bergwerke werden in den Abrechnungen Barental, Steinikrafft, Fahrenseit und Gressmor genannt. Zu ihnen kamen im Jahre 1566 Neuland und Minerspiett und 1568 Puttermer. Collingwood schreibt die Namen der Bergwerke Borrowdale, Stonycroft, Fornside, Grasmere, Newlands, Minersputt und Buttermere.

Digitized by Google

Das Verhältnis der englischen Gewerken zu der mit der Geschäftsführung beauftragten Augsburger Firma

Bei den Bergwerksakten befindet sich auch ein 21 Seiten langer Bericht an das Augsburger Stadtgericht, den der Londoner Vertreter der *Haug, Hans Loner,* im Jahre 1576 verfaßt hat zur Widerlegung der Vorwürfe, daß er an dem Unglück seiner Herren die Hauptschuld trage. Dieser Bericht ist vor allem deswegen bemerkenswert, weil er ein klares Bild von dem Verhältnis der englischen Gewerken zu den *Haug* gibt und eine Erklärung für die in den Handelsbüchern eingetragenen großen Schuldbeträge der Gewerke. Im Gegensatz zu dem Wagemut der Deutschen und deren Bereitschaft, ihre Geldmittel in den Dienst des Unternehmens zu stellen, waren die englischen Gewerken nur in ganz seltenen Fällen zur Einhaltung der übernommenen Verpflichtungen zu bewegen. Bei einigen von ihnen war überdies auch ein häufiges Mahnen nicht angebracht, da man ihr Wohlwollen nicht verscherzen durfte. Der bei Gründung der Gesellschaft eingebrachte Kaufpreis betrug 10 800 £, also pro Anteil 450 £, doch erlegten die *Haug* den Betrag nicht nur für ihre eigenen 11 Anteile, sondern auch für drei weitere, die an die englischen Staatsmänner gegeben wurden; für diese Anteile haben sie auch weiterhin die Zuschüsse übernommen. Aber auch die übrigen Mitgewerken blieben ihnen beträchtliche Summen schuldig, so daß *Loner,* als er im Herbst 1568 mit *Daniel Höchstetter* aus dem Bergwerksgebiet nach London kam, um nach Augsburg weiterzureisen, den englischen Gewerken, deren Außenstände damals 1800 £ oder 9500 fl. betrugen, ernste Vorstellungen machen und ihnen klarlegen mußte, daß man auf diese Weise keine Bergwerke betreiben könne. Die Engländer beschwerten sich darüber, daß die Unkosten so wider Erwarten groß gewesen seien, versprachen aber nach längeren Verhandlungen für die Zukunft pünktlicher zu zahlen. Dagegen mußte sich *Loner* gemeinsam mit *Höchstetter* und dem damals in London weilenden *Ludwig Haug* für die entstandenen Rückstände mit drei Obligationen begnügen, die in Abständen von drei Monaten bezahlt werden sollten und mit 10 vH zu verzinsen waren. Im Lauf der nächsten Jahre hielten indessen die englischen Gewerken ihre Versprechungen nicht im geringsten und wußten stets neue Einwendungen vorzubringen. So verlangten sie die Vorlegung einer ausführlichen Abrechnung in englischer Sprache, da sie wohl wußten, daß die deutschen Handlungsgehilfen damals eine solche nicht aufstellen konnten. Als man darauf einen englischen Handlungsgehilfen einstellte, wollten sie dessen Abrechnungen erst abwarten, obwohl der wieder nach England zurückgekehrte *Loner* sich zur Stellung einer Kaution für die Richtigkeit seiner Rechnung erbot. Gegen diese fortgesetzten Ausflüchte fand *Loner* Hilfe bei der Königin, deren Kommissarien nach Anhören beider Teile dahin entschieden, daß die Engländer ihren Verpflichtungen in festgesetzten Ratenzahlungen nachkommen sollten. Diesen Entscheid wollten aber die *Haug* nicht annehmen, sondern versuchten durch direkte Verhandlung die englischen Gewerken zu sofortiger Bezahlung der Schulden zu bewegen. Als diese ihnen Vorhaltungen wegen der allzu großen Unkosten machten, antworteten sie schriftlich, daß auch ihnen das Verhalten von *Höchstetter* und *Loner* nicht ordnungsgemäß erscheine, daß die Engländer sich aber an diese beiden halten und nicht die *Haug* für deren Fehler büßen lassen möchten. Man muß nun *Loner* recht geben, wenn er schreibt „Wenn der *Langnauer* darauf bestellt gewesen wäre, die Sache zu verhindern, so hätt' ers besser nicht angehen können"; denn die Engländer machten natürlich die *Haug* für die von ihnen zugegebenen Fehler ihrer Angestellten verantwortlich und zahlten erst recht nicht.

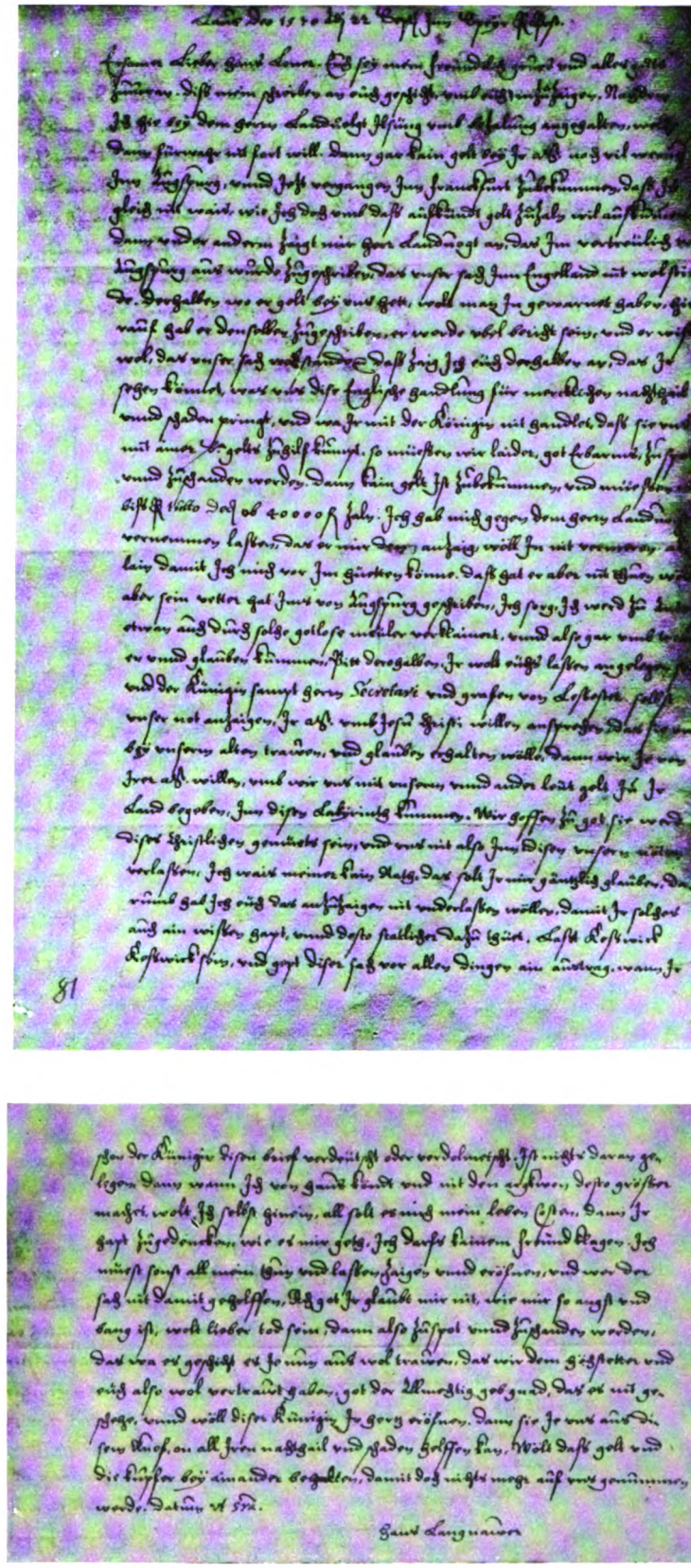


Abb. 4. Brief *Hans Langnauers* an *Hans Loner*

Digitized by Google

Die ersten Anzeichen von finanziellen Schwierigkeiten bei der Handelsgesellschaft *David Haug, Hans Langnauer* und Mitverwandte (1570)

Die hartnäckige Weigerung der englischen Gewerken, ihren Verpflichtungen nachzukommen, mußte natürlich die Augsburger Firma in die größten Schwierigkeiten bringen, zumal diese fast gleichzeitig mit dem englischen Bergwerksunternehmen weitere umfangreiche Geschäfte begonnen hatte, unter anderem die Übernahme der Gesamtproduktion der Quecksilberbergwerke in Idria. Zweifellos hätten sie sich daher schon wenige Jahre später gerne von dem englischen Unternehmen zurückgezogen, doch hatten sie nur Aussicht, ihre eingelegten Gelder wieder herauszubekommen, wenn die Bergwerke weiterbetrieben und ausgebaut würden. Bei einer Liquidation des Unternehmens wäre sicher alles verloren gewesen. Diese Erkenntnis veranlaßte sie, ihren im Herbst 1568 nach Augsburg zurückberufenen Faktor *Hans Loner* neuerdings nach London zu schicken, damit er unter kräftiger Ausnützung seiner persönlichen Beziehungen zum englischen Königshof die Rückzahlung der vorgeschossenen Gelder und die Übernahme der Kupfervorräte erreiche. *Loner* reiste mit drei Begleitern von Augsburg zunächst nach Speyer, von dort nach Oppenheim am Rhein, dann ging die Fahrt auf einem Schiff bis Köln, wo wieder ein Rollwagen nach Antwerpen genommen wurde. Die Überfahrt erfolgte nach Dover, von wo aus man nach Gravesend ritt, um wiederum auf einem Boot nach London zu fahren. Die Fahrt kostete 32 £ 1 s 11 d; mit diesem Betrag wurde das Straßzehrungskonto in *Loners* Schuldbuch belastet. Kurz nach *Loners* Abreise sandte der damalige Seniorchef des Unternehmens, *Hans Langnauer*, ihm ein dringendes Schreiben nach, dessen Abschrift sich bei dem vorher erwähnten Bericht *Loners* befindet. Aus diesem Brief läßt sich so recht erkennen, in welch gefahrvolle Lage die Deutschen von den Engländern durch ihre Saumseligkeit gebracht worden waren, Abb. 4.

Dieser Brief wird im folgenden möglichst wortgetreu wiedergegeben:

Laus deo 1570 adi 22. September in Speyer. Per Post.

Ehrsamer, lieber *Hans Loner*. Euch sei mein freundlicher Gruß und alles Gute zuvor. Dies mein Schreiben an Euch geschieht um Euch folgendes mitzuteilen: Als ich hier beim Herrn Landvogt *Ilsung* um Bezahlung gebeten habe, da diese gar nicht erfolgen will, und weder beim Kaiser noch viel weniger in Augsburg oder Frankfurt Geld zu bekommen ist, so daß ich nicht weiß, wie ich das gekündigte Geld zum Auszahlen aufbringen kann, da zeigte mir der Herr Landvogt u. a. an, es sei ihm vertraulich von Augsburg aus zugeschrieben worden, daß unsere Sache in England gar nicht gut stünde; wenn er also Geld bei uns hätte, wollte man ihn gewarnt haben. Er habe hierauf zurückgeschrieben, man sei übel berichtet und er wisse wohl, daß unsere Sache gut stünde. Dies zeige ich Euch deshalb an, daß Ihr sehen könnt was uns diese englische Handlung für merklichen Schaden und Nachteil bringt. Wenn Ihr also bei der Königin nicht erreicht, daß sie uns mit einer Summe Geldes zu Hilfe kommt, so müssen wir leider, Gott erbarm es, zu Spott und Schanden werden; denn es ist kein Geld zu bekommen und wir müssen bis Jahreswende doch über 40 000 fl. zahlen. Ich hab mich dem Herrn Landvogt gegenüber vernehmen lassen, er möge mir den Warner nennen, ich würde ihn nicht weiter zur Rechenschaft ziehen, nur damit ich mich vor ihm hüten könne. Das hat er aber nicht tun wollen, aber sein Vetter hat es ihm von Augsburg geschrieben. Ich fürchte, ich werde in Antwerpen auch durch solche gottlose Mäuler verkleinert und um Treu und Glauben gebracht werden. Ich bitte deshalb, Ihr möchtet es Euch sehr angelegen sein lassen und der Königin sowie dem Herrn Schatzmeister und dem Grafen *Leicester* unsere Not selbst mitteilen. Ihr mögt ihre Majestät um Jesu Christi willen bitten, daß sie uns bei unserem alten Ansehen erhalten wolle und sie daran erinnern, daß wir uns ihr zuliebe mit unserem und anderer Leute Geld in ihr Land begeben haben und so in dieses Labyrinth gekommen sind. Wir hoffen zu Gott, sie werde christlichen Gemütes sein und uns in diesen unseren Nöten nicht verlassen; ich weiß sonst keinen Rat, das sollt Ihr mir gänzlich glauben.

Ich habe es nicht unterlassen wollen, Euch dies mitzuteilen, damit Ihr genau im Bilde seid und um so energischer dazu tut. Laßt Keswick Keswick sein und gebt dieser Sache vor allen Dingen einen Austrag. Wenn Ihr der Königin diesen Brief übersetzt, ist nichts daran gelegen. Wenn ich von Hause fort könnte, und nicht dadurch den Argwohn noch größer machen würde, wollte ich selbst hineinkommen, sollte es mich auch das Leben kosten. Denkt doch daran, wie es mir geht; ich darf es keinem Freunde klagen, ich müßte ihm sonst all mein Tun und Lassen zeigen und eröffnen und wäre der Sache nicht damit geholfen. Ach Gott, Ihr glaubt mir nicht wie mir so angst und bang ist, wollte lieber tot sein als also zu Spott und Schanden werden.

Denkt doch daran, daß alles nur daher kommt, daß wir Euch und dem *Höchstetter* so sehr vertraut haben. Gott der Allmächtige geb Gnade, daß es nicht geschehe, und eröffne der Königin ihr Herz, denn sie kann uns aus diesem Verruf ohne Nachteil und Schaden helfen. Haltet doch das Geld und die Kupfervorräte ja beieinander, damit nicht noch mehr Schaden entstehe. Datum ut supra.

Hans Langnauer.

Loner hat dann die Königin wiederholt kniefällig und dringend gebeten, sie möge doch die vorhandenen Kupfervorräte abnehmen. Da man nämlich trotz aller Vorschläge und Bitten *Höchstetters* die Mittel zur Errichtung eines Kupferhammers nicht bewilligte und auch keine Kupferschmiede nach Keswick schicken wollte, kam als einzige Abnehmerin für das rohe Kupfer die Königin in Betracht. Diese nahm nun zwar zunächst die vorhandenen Vorräte ab, so daß die Ende 1570 aufgenommene Jahresinventur einen Gesamtwert der vorhandenen Anlagen und Vorräte ergab, durch den die vorgestreckten Gelder durchaus gedeckt waren. Als *Loner* aber dann mit diesen Bitten immer wieder kam, mußte er sich bald vertrösten und abweisen lassen; „man wischt einem am englischen Hof ebenso wenig gleich auf, als an anderen Höfen" und „es laßt sich am englischen Hof nicht eilen, wenn es um Geld zu begehren zu tun ist", schreibt er über seine dabei gemachten Erfahrungen. Auch durch einen Preisnachlaß war hier nichts zu erreichen; dieser konnte eher schädlich sein, denn „es würde auch der Herr Schatzmeister, an welchem alles gelegen, den Kauf nichts desto weniger gefördert haben, sondern es würde ihn, weil er auch ein Mitgewerke ist und ein Zwölftel vom Bergwerk hat, erst gar vor den Kopf gestoßen und unlustig gemacht haben".

Höchstetter wieder als Geschäftsführer der königlichen Bergwerksgesellschaft in Keswick

Im Herbst 1571 schickten die *Haug* auch *Daniel Höchstetter* wieder nach England und zwar nahm *Höchstetter* diesmal seine Frau und seine fünf Kinder mit. *Loner* hat in seiner Verteidigungsschrift gerade diesen Schritt der *Haug* als Beweis dafür angeführt, daß man das Bergwerksunternehmen keineswegs liquidieren wollte. Es muß dahingestellt bleiben, ob man diese Absicht in Augsburg tatsächlich hatte, oder ob der Umzug der Familie *Höchstetter* in der Absicht erfolgte, hierdurch die Gerüchte vom Fehlschlagen des englischen Unternehmens zu zerstreuen. Zweifellos aber war *Höchstetters* Erfahrung in allen Bergwerksangelegenheiten die Hauptursache, daß man ihn nach Keswick schickte. Zu Beginn des Jahres 1572 traf *Höchstetters* Familie in Keswick ein. Gemeinsam mit *Loner* bemühte sich *Höchstetter*, den Augsburger Kaufleuten klarzumachen, daß man unbedingt das gewonnene Kupfer verarbeiten müsse, um mit dem Absatz nicht auf die Königin allein angewiesen zu sein, sondern marktfähige Ware in England selbst verkaufen zu können. Aber man war in Augsburg für keinerlei weitere Investierungen zu haben und drängte besonders darauf, daß unbedingt das Ausstellen von Wechseln unterbleiben müsse. Nun war aber *Höchstetter* keineswegs der Mann, der knausern konnte, und man muß *Collingwood* zustimmen, wenn er sagt, „es wäre auch für *Loner* eine schwere Aufgabe gewesen, wenn man von ihm erwartet hätte, daß er *Höchstetter* kontrolliere, denn wir lesen zwischen den Zeilen die Geschichte von einem herrschsüchtigen Charakter, der seine Geschäfte wie ein großer Herr — in a lordly way — führt und Geld wie Wasser ausgibt". So kam *Loner* in die Lage, entweder gegen den ausdrücklichen Befehl seiner Herren Wechsel auszustellen oder die laufenden Wechsel zu Protest gehen zu lassen und die Bergwerke durch Einstellung der Geldsendungen stillzulegen, wodurch aber auch alle vorgestreckten Gelder vernichtet worden wären. Da er diesen letzteren Schritt nicht tun wollte, stellte er eben immer wieder Wechsel auf die Antwerpener Filiale der *Haug* aus, doch war er meist in der Lage, durch Verkauf des inzwischen gewonnenen Kupfers den von der Antwerpener Filiale auf ihn ausgestellten Rückwechsel einzulösen. Erst als *Langnauer*

Digitized by Google

seinen Leuten in Antwerpen befahl, keine Wechsel mehr zu akzeptieren, kam er in Schwierigkeiten, und da *Langnauer* dies wissen mußte, schließt *Loner* hieraus sogar, „daß er mit Fleiß dem Faß den Boden ausstoßen und diese Bergwerkshandlung zu Grund segeln wollte, damit er scheinliche Ursache habe, dieser Handlung und denjenigen, so derselben anhangen, die Schuld seines Verderbens zu geben". Erst im Lauf des Jahres 1574 erhielten *Höchstetter* und *Loner* auf ihr fortgesetztes Drängen hin die Erlaubnis, einen Kupferhammer zu bauen und die Zusicherung, daß tüchtige Kupferschmiede nach England geschickt würden. Bevor jedoch diese Maßnahme ausgeführt wurde, brach das Verderben über die *Haug* herein.

Die Zahlungseinstellung der *Haug* im Oktober 1574 und die Entwicklung der englischen Bergwerke während der Liquidation (1574—1578)

In seiner „Geschichte der freien Reichsstadt Augsburg" berichtet *Paul von Stetten* unter dem Datum Oktober 1574: „Unter dieser Zeit fallierten zu Augsburg *Hans Langnauer* und zwei Gebrüder *Haug* und brachten ihre Gläubiger um eine Summa Geldes, vorhero aber machten sie sich aus dem Staub". Was den letzten Satz betrifft, so wäre es durchaus erklärlich gewesen, wenn die Falliten die Stadt verlassen hätten, da hier, wie *Stetten* berichtet, kurze Zeit zuvor außerordentlich scharfe Verordnungen erlassen worden waren, veranlaßt durch mehrere Konkurse bedeutender Augsburger Handelsgesellschaften. Es ist indessen nur *Langnauer* erspart geblieben, mit den Augsburger Gefängnissen Bekanntschaft zu machen, während die beiden Brüder *Haug* monatelang in Augsburger Stadttoren gefangengehalten wurden. *Langnauer* weilte in dieser Zeit in Graz und Gmünd, und dies dürfte wohl ein Hinweis dafür sein, daß ihm der Quecksilberhandel in Idria besonders wichtig erschien. Letzterer war auch die unmittelbare Veranlassung des Zusammenbruchs, denn die *Haug* hatten sich für den Quecksilberhandel mit einer anderen Augsburger Handelsgesellschaft, den Gebrüdern *Katzböck*, zusammengeschlossen, die ihre in dieses Geschäft eingebrachten Gelder retten wollten ohne Rücksicht auf das Schicksal der *Haug*. In Augsburg kamen die Gläubiger der *Haug* zusammen und bestellten die Kaufleute *Ludwig Hörmann* und *Hans Heinrich Linck* zu Verwaltern des noch vorhandenen Vermögens. Diese beiden, die mit *Langnauer* verschwägert waren, suchten nun nach Kräften die Firma zu retten und bemühten sich ganz besonders um die Befreiung der beiden *Haug* und um die Erlangung der Zusicherung, daß *Langnauer* bei seiner Rückkehr nach Augsburg nicht festgenommen würde. Zugleich führten sie auch sowohl mit *Langnauer* und *Höchstetter*, als auch mit den übrigen Leitern der *Haug*schen Niederlassungen ausgedehnten Briefwechsel.

Merkwürdigerweise lassen die englischen Bergwerksbücher den in Augsburg erfolgten Zusammenbruch nicht erkennen; im Gegenteil zeigt das Journal vom Jahre 1575 eine erhöhte Tätigkeit, die zum Teil durch die Inbetriebnahme des Kupferhammers veranlaßt wurde. Dies Journal wird erstmals von dem Handlungsdiener *Ulrich Fraß* geschrieben, der auch jede Abrechnung mit seinem Namen unterschreibt, was sein Vorgänger, der nach Deutschland zurückgekehrte *Hans Merer*, nicht getan hatte. Zwei der nach Keswick gesandten Kupferschmiede sind mit ihrer Familie ganz in England geblieben, was zu merkwürdigen Verstümmelungen ihrer Namen führte. Sie hießen *Rösle* und *Zinnagel;* in den englischen Kirchenbüchern ist *Raisley* und *Senogle* eingetragen. Eine ähnliche Verstümmelung erfuhr auch der Name eines neuen Schachtes von großer Ergiebigkeit, der deshalb von den Deutschen als „Gottesgab" begrüßt wurde, aus welchem Wort die Engländer ein „Goldscalp" machten. Die Erzeugung von marktfähiger Ware äußert sich in den Handlungsbüchern auch darin, daß die schwebenden Schulden durch Überlassung von verarbeitetem Kupfer abgeglichen wurden, so lesen wir etwa: „. . . geschlagen Kupfer, so bei dieser Rechnung verkauft, und denjenigen denen wir schuldig in Abschlag ihrer Schuld an Bargeld statt gegeben und im Gesellenbuch jedem seinen Teil zugeschrieben worden". Es wurden also auch Arbeiter mit den Erzeugnissen des Unternehmens entlohnt und es dann ihnen überlassen, diese weiterzuveräußern. Auch über den Bau des Kupferhammers finden wir genaue Angaben, da er einem Maurer verdingt wurde und bei der Abrechnung Größe und Ausführungsart eingetragen sind. Der Hammer selber wurde von einem Wasserrad in Bewegung gesetzt. Die Augsburger Sachverwalter bekunden in ihren Briefen an *Höchstetter* großes Interesse für die Entwicklung der englischen Bergwerke und suchen ihn unter Betonung der Schuld des englischen Unternehmens am Zusammenbruch der *Haug* zu möglichster Ausnützung zu veranlassen. „Dieweil Ihr und *Loner* unsere Schwäger und Vettern also hineingeführt, seid Ihr vor Gott dem Herrn schuldig ihnen wieder heraus zu helfen." Sie betonen, daß sie keine Gelder mehr schicken können, daß man also die Mittel zum weiteren Betrieb der Bergwerke durch Verkauf von verarbeitetem Kupfer beschaffen müsse. „Das mag durch den Kupferhammer geschehen, weil man dieselbige Arbeit so lieb hat wie bares Geld. Wir nehmen an die Kupferschmied sind ununterbrochen an der Arbeit, Ihr werdet diese zu befördern wissen." Ein andermal raten sie, die Kupferwaren vor dem Verkauf zu verzinnen. „Die Ausbreiter werden sonder Zweifel verzinnen können, man macht sonst kupferne Kannen, Bratpfannen, Becken usw., die alle verzinnt sind; es kann ein kleiner Versuch nicht schaden." Ein solcher wird besonders empfohlen im Hinblick auf die ausländische Einfuhr von Kupfer. „Ich halte dafür, wenn man das gearbeitete Geschirr haben kann, kauft mans lieber als das ungearbeitete." Diese par Stellen zeigen, daß man schon damals in möglichst hoher Veredlung ein Mittel zur Verbesserung des Ertrages erkannt hatte. Allerdings waren für solche Arbeiten nur schwer Leute zu bekommen, die die weite Reise nach England auf sich nahmen. In England selber waren solche Arbeiter damals nicht zu finden.

Mit dem Jahre 1578 hören die englischen Bergwerksrechnungen auf, und wir wissen, daß in diesem Jahre die *Haug* endgültig aus dem Unternehmen ausschieden und damit wenigstens diesen Teil ihrer Betätigung liquidierten. Über das Ausscheiden selber ist in den Büchern indessen keinerlei Anhalt zu finden. Dagegen gibt *Collingwood* in seinem Buch auf Grund seiner englischen Unterlagen noch eine Darstellung des weiteren Verlaufes der englischen Bergwerksgesellschaft nach dem Ausscheiden der *Haug*.

Die königliche Bergwerksgesellschaft von England nach dem Ausscheiden der *Haug*

Auch nach dem Ausscheiden der *Haug* gab *Daniel Höchstetter* den Kampf um die Existenz der englischen Bergwerke nicht auf, da er von deren Gedeihen unbedingt überzeugt war, eine Ansicht, die wir bei allen am Unternehmen selbst Beteiligten feststellen können. Bei ihm, der weiterhin die Leitung des Unternehmens behielt, blieb auch seine Familie und ein großer Teil der deutschen Bergarbeiter, vor allem jene, die sich in England verheiratet hatten. Schon nach Jahresfrist mußte indessen *Höchstetter* den übrigen Gewerken vorschlagen, entweder weitere 1000 £ einzulegen oder den Betrieb der Werke ihm und seinen Partnern zu überlassen. Dies leitete anscheinend längere Unterhandlungen ein, deren Ergebnis eine durchgreifende Reorganisation des Unternehmens unter Führung von „Customer" *Thomas Smith* war, wobei sich der letztere verpflichtete, der Königin ihre Gebühren und den Gewerken einen Gewinnanteil zu bezahlen. Unter diesen finden wir noch 22 von den beim Ausscheiden der *Haug* vorhandenen 24 englischen Gewerken, die also auch das Unternehmen günstig beur-

Digitized by Google

teilten. Die 10 Anteile der Ausländer hatte *Höchstetter* in seinem Besitz. Den Erfolg dieser Umstellung hat *Daniel Höchstetter* allerdings nicht mehr erlebt, er starb bald darauf und wurde am 14. Mai 1581 in Crosthwaite beerdigt.

An *Höchstetters* Stelle trat zunächst *Ulrich Fraß*, neben ihm blieben *Mark Steinberger*, sowie *Emanuel* und der jüngere *Daniel Höchstetter* bei den Bergwerken. Sieben Jahre war das Ergebnis der neuen Gesellschaft günstig, zumal *Ulrich Fraß* ein Schmelzverfahren erfand, von dem *Collingwood* schreibt, es sei noch heute in Süd-Wales in Gebrauch. Aber auch den beiden jungen *Höchstettern* war kein dauernder Erfolg beschieden. 1597 gab es neuerdings Schwierigkeiten, und wiederum wollten die Engländer die Deutschen dafür verantwortlich machen. Sie warfen ihnen vor, daß sie das Unternehmen nicht richtig führten, wogegen sich die Deutschen sehr energisch wehrten. Tatsächlich gelang es ihnen auch diesmal wieder, die Weiterführung der Bergwerke durchzusetzen, und ihre Namen sind noch in der Urkunde erwähnt, die Jakob I. der Gesellschaft 1604 verlieh; die Bergwerke waren noch in Betrieb, als die Söhne *Daniel Höchstetters* starben. Erst die englischen Bürgerkriege brachten mit der Beseitigung aller königlichen Monopole auch den Untergang der königlichen Bergwerksgesellschaft und die endgültige Einstellung der Arbeit in den Gruben mit sich.

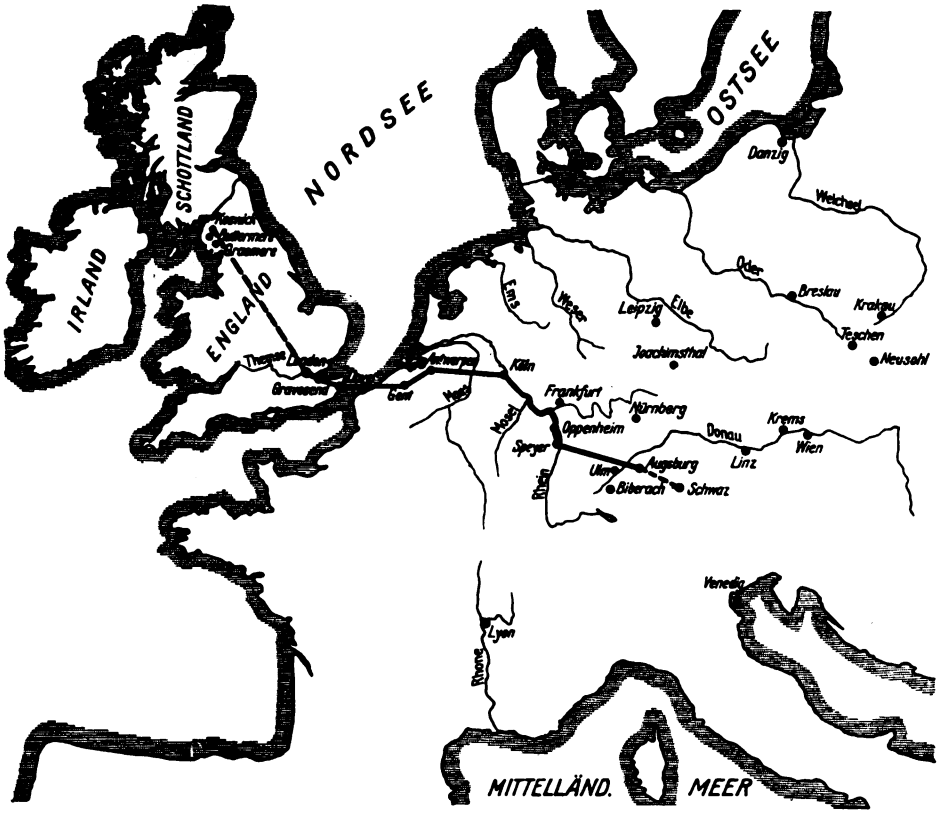


Abb. 5. Die Niederlassungen der *Haug*, die meist gewählte Reisestrecke nach London und die Lage der Bergwerke in England

Wenn hiermit auch die Tätigkeit der Deutschen im englischen Bergbau ein Ende fand, so ist sie doch nicht ohne Einfluß auf die weitere Entwicklung gewesen. Der große Aufschwung, den England zu Beginn der Neuzeit genommen hat, brachte es mit sich, daß in den beiden letzten Jahrhunderten England wiederum die Entwicklung der Technik so ausschlaggebend beeinflußt hat. Es darf aber nicht vergessen werden, daß es damit an Deutschland wenigstens nur einen Teil dessen zurückgab, was es von dort empfangen hatte, wenn man auch zugeben muß, daß es die Engländer verstanden haben, mit dem erhaltenen Pfund zu wuchern und empfangene Anregungen großzügig weiterzuentwickeln. Dies schmälert aber nicht die Bewunderung für den Unternehmungsgeist der Augsburger Kaufleute, die jeden erfüllt, der sich mit ihrer Geschichte beschäftigt.

Literaturübersicht

Handschriften

Bimmlische Stammen. Wie derselbe von anno 1440 biss auf gegenwertige Zeit kommen, in Ehren zugenommen und gewachsen. 1608.

Geheimbuch der Augsburger Handelsgesellschaft von Anton Haug, Hans Langnauer und Ulrich Linck. (Zwei umfangreiche Foliobände, von denen der erste die Zeit von 1531 bis 1551, der zweite von 1551 bis 1562 umfaßt.)

Keswicker Bergwerksakte. (Zwölf Bände, Journale und Rechnungsbücher mit einliegenden Briefen.)

Handelskorrespondenzen über die Auflösung der Firma Haug, Langnauer und Mitverwandte.

Schriftwechsel zwischen Professor W. G. Collingwood und dem Direktor des Augsburger Stadtarchivs.

Bücher

Hartung, I.: Aus dem Geheimbuch eines deutschen Handelshauses im 16. Jahrhundert. Weimar 1898.

Meilinger, Dr. *I.:* Der Warenhandel der Augsburger Handelsgesellschaft Anton Haug, Hans Langnauer, Ulrich Linck u. Mitverwandte 1532 bis 1562. Leipzig 1911.

Ehrenberg, Dr. *R.:* Das Zeitalter der Fugger. Jena 1896.

Strieder, Dr. *I.:* Zur Genesis des modernen Kapitalismus. Leipzig 1904.

Sombart, W.: Der moderne Kapitalismus. Leipzig 1902.

Nübling, E.: Ulms Baumwollweberei im Mittelalter. Leipzig 1890.

Zycha, A., Prag: Zur neuesten Literatur über die Wirtschafts- und Rechtsgeschichte des deutschen Bergbaues. Weimar 1897.

Stetten, P. v.: Geschichte der Freien Reichsstadt Augsburg 1743.

Strieder, Dr. *J.:* Jakob Fugger der Reiche. Leipzig 1926.

— Studien zur Geschichte kapitalistischer Organisationsformen. München u. Leipzig 1925.

Ercker, Lazarus: Beschreibung aller Erze und Bergwerksarten. Frankfurt a. M. 1580.

Agricola, Georg: Bergwerksbuch (De re metallica), übersetzt von Ph. Bechius. Frankfurt a. M. 1580.

Scott, W. R.: The Constitution and Finance of an English Copper Mining Company in the 16. and 17. Centuries.

Collingwood, W. G.: Germans at Coniston in the 17th Century. Kendal 1910.

— Elizabethan Keswick Extracts from the original account books 1564 bis 1577, of the German miners, in the archivs of Augsburg. Kendal 1912.

Digitized by Google

DER WERDEGANG WICHTIGER ERFINDUNGEN AUF DEM GEBIETE DER SPINNEREI UND WEBEREI*)

Von Dipl.-Ing. Friedrich Orth, München

Die Webkunst wurde schon im grauen Altertum geübt. Dies lehren uns die altägyptischen und altamerikanischen Gräberfunde, sowie die Überreste von Pfahlbauten. Die hohe Webfertigkeit der alten Ägypter beweisen uns die bei mumifizierten Leichen gefundenen, schleierartig feinen „Byssus"-Gewebe aus Flachs mit der unglaublichen Garnfeinheit von mindestens Nr. 320 oder aus Garn, von dem etwa 200 km auf 1 kg gehen[1]). Große Kunstfertigkeit erzielten auch die Inder beim Verweben von Baumwolle zu Musselinen, die so fein erschienen, als seien sie von Feenhänden oder Insekten und nicht von Menschenhänden gemacht. Weltberühmt sind von alters her auch die indischen Kaschmir-Schals. Die Chinesen waren dagegen unstreitig die ältesten und geschicktesten Seidenweber. Wie hoch die Webkunst in den heroischen Zeiten Griechenlands geachtet wurde, ersehen wir aus der Geschichte der Penelope.

Im westlichen Europa wurde die Webkunst mit den andern Künsten der Zivilisation von den Römern eingeführt. Die Weberei, und zwar vor allem die Leinen- und Wollweberei, kam frühzeitig in den Niederlanden zu hoher Blüte. Im 18. Jahrhundert war es *Friedrich der Große*, der sich die Förderung der Textil-Industrie und vor allem auch der Seiden-, Leinen- und Wollweberei zu seiner vornehmsten Aufgabe gemacht hatte[2]). Aber erst in der Epoche der großen Erfindungen, anfangs des vorigen Jahrhunderts, hat die Weberei aus primitiven Anfängen den Aufschwung genommen, der es ihr ermöglicht, die verschiedenartigsten und dauerhaftesten Gewebe erstaunlich schneller und billiger als früher herzustellen. Aus den einfachen Spinn- und Webstuben gingen allmählich die heutigen, mit Dampfkraft und Elektrizität betriebenen, mechanischen Webereien hervor, in denen oft über 1000 Webstühle in einem Saale teilweise automatisch arbeiten. Die Statistik der Weberei ist von jeher etwas unsicher gewesen. Man schätzte vor dem Krieg die Zahl der Baumwollwebstühle in England auf 700 000 gegenüber von kaum mehr als 4000 im Jahre 1818. In Deutschland stand in dieser Hinsicht die Rheinprovinz und Westfalen mit etwa 56 000 Stühlen an erster Stelle, dann folgten Sachsen, Elsaß, Bayern, Württemberg, Schlesien und Baden.

Das Weben ist die Kunst, durch Verschlingung von zwei sich rechtwinklig kreuzenden Fadensystemen ein flächenartiges Gebilde, das sog. „Gewebe", herzustellen. Die Längsfäden sind die sog. „Kettfäden", die Querfäden die sog. „Schußfäden". Ein wichtiges Merkmal der Weberei ist die „Fachbildung", d. h. die Bildung einer Öffnung zwischen gehobenen und gesenkten Kettfäden zum Eintragen des Schußfadens. Nach der Art einer Vorrichtung zur mechanischen Fachbildung gliedert sich die Weberei in die Schaftweberei, deren Gebiet die Gebrauchsweberei ist, und in die Zug- oder Harnischweberei, deren Arbeitsfeld die Kunst- und Bildweberei bildet, Abb. 1 bis 4 und 28 bis 33.

Die Gebrauchsweberei

Vorstufen der Weberei und der Schaftweberei im allgemeinen sind das Flechten, das Weben mit Webgatter, die Brettchenweberei und die sog. Halbschaft- oder Halbweberei.

Das Flechten

ist älter als die Spinnkunst, da die ältesten, gewebeartigen Erzeugnisse die geflochtenen Matten aus Holzfaser und Gräsern sind, wie sie heute noch Naturvölker herstellen. Die Spinnkunst verlieh erst der Webkunst ihren besonderen Wert, indem sie es ermöglichte, Fäden beliebiger Länge, Stärke und Biegsamkeit herzustellen. Das Flechten vollzieht sich auf einem Flechtrahmen, auf dem die Kettfäden angespannt sind; mit dem Finger oder einem nadelartigen Stab wird ähnlich wie beim Stopfen mit der Stopfnadel der Schußfaden eingeflochten. Abb. 5 zeigt einen altmexikanischen Webapparat, die schematische Wiedergabe einer Aztekenzeichnung in der „Racolta di Mendoza". Die Aztekenmutter lehrt ihre Tochter am Flechtrahmen das mühevolle Weben, wobei sie nur mit einem Stock die Kette trennt und den Schußfaden einträgt. Die 14 Kreise und die 2 ovalen Zeichen bedeuten, daß die Tochter 14 Jahre alt ist und bei guter Leistung zwei Maiskuchen als Belohnung bekam.

Gatterweberei

Die einfachste Vorrichtung zur mechanischen Fachbildung ist da „Webegatter" oder „Webegitter". In einem Rahmen sind mit Löchern versehene Stäbchen rostartig so angeordnet, daß dazwischen je ein Schlitz bleibt. Die geradzahligen Kettfäden sind durch die Löcher gezogen, die benachbarten durch die Schlitze. Beim Heben des Rahmens bildet sich das Fach, beim Senken das Gegenfach. Das eine Ende der Kette ist z. B. am Leib des Webers, das andre an einem festen Punkt festgebunden und kann so ausgespannt werden. Diese Webart ist sehr weit verbreitet gewesen, was auch ein Bericht des Smithonian-Institutes beweist, wonach sich auch heute noch die Zuni- und Pueblo-Indianer des Webegatters bedienen, Abb. 6[3]). In fortgeschrittener Form sind solche Webegatter in großer Zahl z. B. aus dem Schwarzwald erhalten geblieben und in der Sammlung des Deutschen Museums zu sehen, Abb. 7. Das Weben mit Webegatter eignet sich nur für die Herstellung schmaler Bänder und Gürtel. Den von *Kimokowicz* nachgebauten, vorgeschichtlichen Webstuhl mit senkrechter Kette und Webegatter für breite Gewebe halte ich für unwahrscheinlich, da alle rezenten Gatter bei wagerechter Kette benutzt werden[4]).

*) Von dem gleichen Verfasser erschien: Der Werdegang wichtiger Erfindungen auf dem Gebiete der Spinnerei und Weberei in „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 12, S. 61 ff.

[1]) *Braulik, Aug.:* Altägyptische Gewebe. Stuttgart 1900.

[2]) *Matschoß, C.:* Die Förderung der Textilindustrie durch Friedrich den Großen. „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 4. Berlin 1912. S. 309.

[3]) A Primitive Frame For Weaving Narrow Fabrics Smithonian-Institution. Washington 1901.

[4]) Manus-Bibliothek, Nr. 2, Spinn- und Webewerkzeuge. Würzburg 1911.

Digitized by Google

Brettchenweberei

Eine den Gattern ähnliche Vorrichtung, um schmale Gewebe wie Bänder und Gurten herzustellen, findet Verwendung bei der sog. „Brettchenweberei", die uralt, möglicherweise sogar vorzeitlich ist. Wahrscheinlich wurde sie in allen Erdteilen mit Ausnahme von Australien ausgeübt. Im Passauer Winkel, in den Orten Hauzenberg, Sonnen- und Wegscheid wird diese Heimarbeit noch heute in alter Art betrieben. Neben

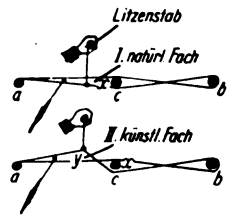


Abb 1 Halbschaftwebstuhl mit Litzenstab

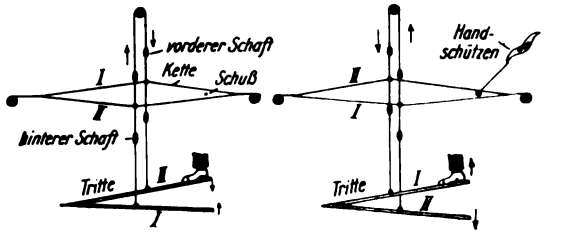


Abb. 2. Handwebstuhl mit zwei Schäften und Tretbewegung

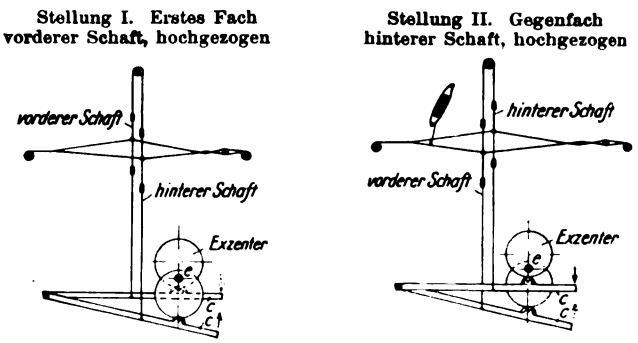


Abb. 3. Schaftweberei mit Exzenterbewegung

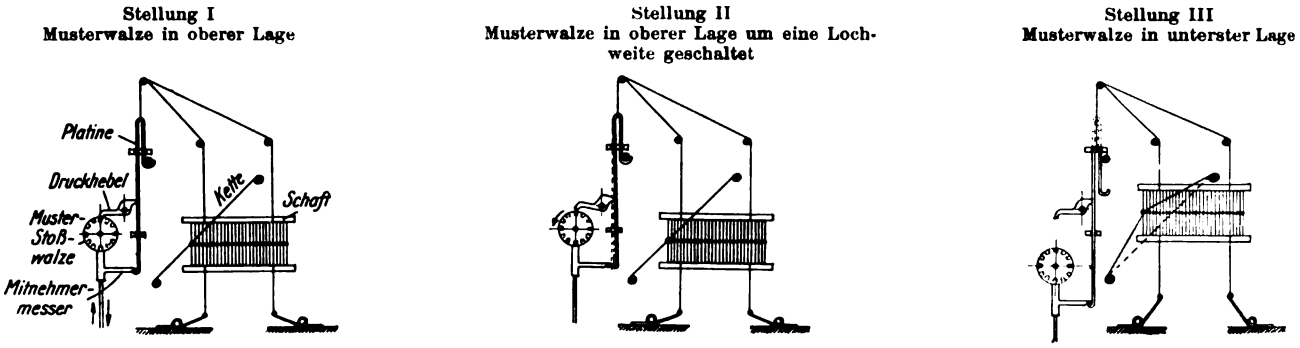


Abb. 4. Ältester mech. Schaftwebstuhl mit Schaftmaschine der mech. Baumwollspinnerei und Weberei Augsburg von *André Köchlin*, Mühlhausen 1838. Abart der *Vaucanson*'schen Stoßwalze. (Zu Stellung I: linkes Ende des Druckhebels fällt in ein Loch der Musterwalze. Platine bleibt in seiner Lage unter dem Mitnehmer (Messer). Schaft in Normallage. Zu Stellung II: Ende des Druckhebels fällt auf ungelochte Stelle der Stoßwalze. Platine wird dadurch abgedrängt vom Mitnehmer (Messer). Schaft in Normallage. Zu Stellung III: Mitnehmer nimmt Platine der Stellung I mit nach unten. Der Schaft kommt in Höchstlage)

Abb. 1 bis 4. Entwicklung der Fachbildung bei der Schaftweberei

Abb. 5. Altmexikanischer Flechtrahmen nach einer Aztekenzeichnung a. „Labor Saving Looms" Draper comp. Hopedale, Mass.

Abb. 6. Weben mit Webegatter

Digitized by Google

Margarethe Lehmann-Filhés, Berlin, hat sich *Karl Sturm* in Nürnberg um die Vervollkommnung und Wiederbelebung dieser Webart sehr verdient gemacht.

Im Gegensatz zur normalen „Flachweberei", bei der man die Buntheit meist durch mehrere, verschiedenfarbige Schußfäden erzeugt, wird bei der Brettchen- oder Rundweberei die Wirkung durch verschiedenfarbige Kettenfäden erzeugt. Eine Gruppe z. B. von vier nebeneinanderliegenden Kettfäden sind je in ein mit ebenso vielen Löchern versehenes Brettchen oder eine Scheibe gefaßt; durch Drehen dieser dünnen Brettchen mit der Schmalseite in Richtung der Kette bildet sich nicht nur das Fach, sondern die einzelnen Fadengruppen werden zugleich zopfartig zusammengedreht, was dem Gewebe ein eigenartiges Aussehen und eine besonders große Festigkeit verleiht, Abb. 8. Wahrscheinlich sind die Brettchen das älteste Mittel zur mechanischen Fachbildung. „Jedenfalls für die Zeit um 300 n. Chr. und die folgenden Jahrhunderte haben wir der Brettchenweberei in der Handwerkskunst der Germanen einen breiten Raum einzuräumen. Wer ihr Lehrmeister war, oder ob es sich um eine Urentwicklung handelt, wollen wir dahingestellt sein lassen [5])." Brettchenwebapparate in alter und neuer Form befinden sich in den Sammlungen des Deutschen Museums.

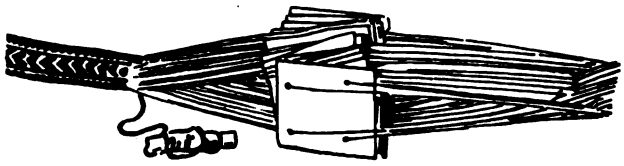


Abb. 8. Brettchenwebgerät nach Dr. *Hugo Ephraim*, Mitteilungen des Museums für Völkerkunde, Leipzig

Eine Grundlage für die Weiterentwicklung der Weberei für breite Gewebe ist durch die Brettchenweberei nicht gewonnen worden.

Die Halbschaftweberei

Das älteste und wichtigste Hilfsmittel für die mechanische Fachbildung breiter Gewebe war der Litzenstab oder Halbschaft. Bei dieser Webart wird die Kette durch einen Trennstab in zwei Gruppen getrennt, z. B. in eine untere und eine obere, und bildet so bereits das natürliche Fach. Da die Fäden der unteren Gruppen durch Schlingen mit dem Litzenstab verbunden sind, kann durch Emporheben des Litzenstabes das Gegenfach gebildet werden. Die Halbschaftweberei läßt sich bei senkrechter und bei wagerechter Kette anwenden.

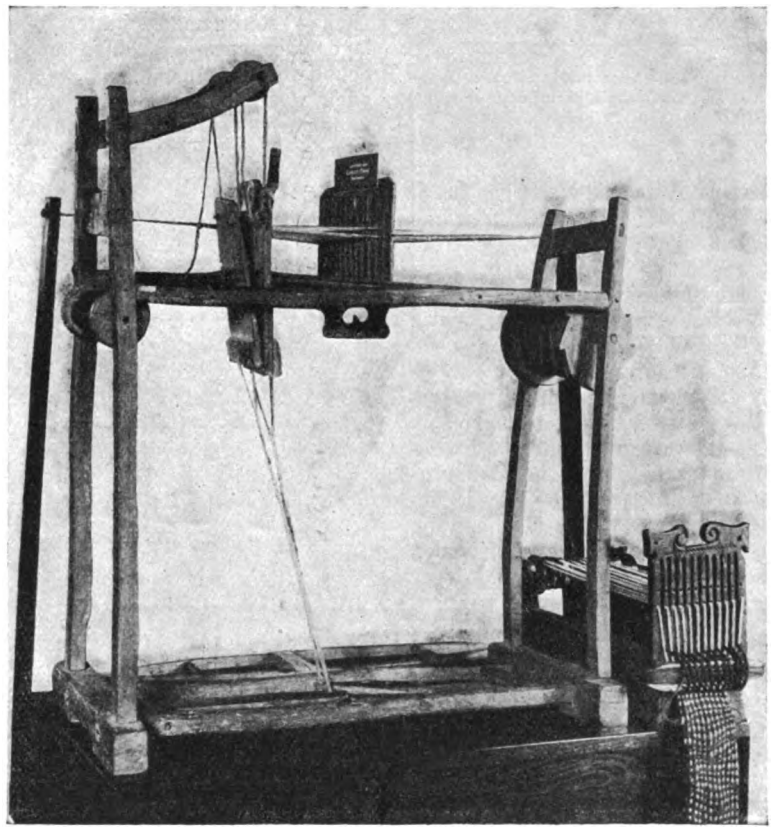


Abb. 7. Alter Dachauer Gatterwebapparat mit Tretbewegung im Deutschen Museum

Mit großer Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, daß es schon in den ältesten Zeiten neben einem wagerechten auch einen senkrechten Halbschaftwebstuhl gegeben hat, und zwar den ersteren mehr für glatte und feine Gewebe, den letzteren für Teppich- und Bildweberei. Nach Ephraim kann man zwei Verbreitungsgebiete unterscheiden: Den senkrechten Halbschaftwebstuhl, Mittelmeerbauart, hatten die Ägypter, Griechen, Römer, Schweizer Pfahlbauer und Nordeuropäer; den wagerechten Halbschaftwebstuhl, Pacific-Bauart, besaßen die Chinesen und Japaner [6]). Diese Einteilung kann nur bedingt zutreffen, da Abbildungen erhalten geblieben sind, die klar einen ägyptischen, horizontalen Webstuhl darstellen, Abb. 9. Bemerkenswert ist, daß es zwei Arten von senkrechten Halbschaftwebstühlen gegeben hat, und zwar den „Gewichtswebstuhl" und den „Gobelinwebstuhl" [7]). Beim Gewichtswebstuhl, dessen Kette am unteren Ende durch besondere Beschwersteine (Gewichte) gespannt

[5]) *Stettiner, Richard:* Brettchenweberei in den Moorfunden von Daetgen, Damendorf u. Torsberg, in „Mitteilungen des Anthropologischen Vereins in Schleswig-Holstein 1911".

[6]) *Ephraim:* Entwicklung der Webtechnik. Leipzig 1905.

[7]) *Johl:* Die Webstühle der Griechen u. Römer (Dissertation). Universität Kiel, Verlag: Noske, Borna-Leipzig 1917.

Digitized by Google

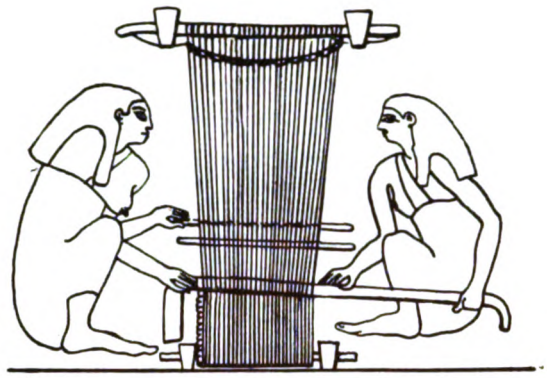


Abb. 9. Halbschaftwebstuhl nach einer Wandmalerei aus dem Grabe des *Chnemhotep* bei Beni Hassan (Fürst des Gazellen- und Hundegaues) XII. Dynastie 2000 bis 1580 v. Chr.

gehalten ist, wird das Gewebe stehend von oben nach unten hergestellt; der Litzenstab befindet sich oberhalb des Trennstabes. Der Schuß wird mittels eines Webschwertes angeschlagen. Die Länge des Gewebes war von der Länge der aufgehängten Kette abhängig. Beim Gobelinstuhl, dessen Kette durch Drehen an einer Walze gespannt gehalten ist, wird sitzend von unten nach oben gewoben, und der Schuß nach Art unserer heutigen Knüpfstühle durch einen Kamm angeschlagen. Die älteste bekannte Darstellung eines Gewichtswebstuhles befindet sich auf einer ca. 50 cm hohen, schwarzen, bauchigen Kegelhals-Urne, die in den Brandgrabhügeln der Hallstattperiode, frühe Eisenzeit 1000 bis 500 v. Chr., bei Oedenburg in Westungarn gefunden wurde. Eine Nachbildung befindet sich im Deutschen Museum [8]), das auch einen horizontalen, ostafrikanischen Halbschaftwebstuhl, der gewissermaßen die Urform verkörpert, besitzt. Die Fachbildung weicht hier aber wesentlich von der sonst allgemein angenommenen Art ab. Die Kette ist über 2 Walzen so ausgespannt, daß sich die 2 Partien achterförmig hinter dem Litzenstab kreuzen. Die Litzenschlingen befinden sich an der oberen, nicht, wie man annehmen sollte, an der unteren Gruppe der gekreuzten Kette. Das Gegenfach läßt sich daher nur bilden durch Hervorschieben des Kreuzes mit einem Holzstab, „Schwert", bis über die Schlingen des Litzenstabes. Die Webschule in Münchberg, die den Webstuhl nachbaute, war auf diese Lösung des Rätsels der Fachbildung gekommen, Abb. 10.

[8]) „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 12, Berlin 1922, S. 64.

Abb 10. Ostafrikanischer Halbschaftwebstuhl mit Litzenstab und Webschwert. Das Original ist im Linden-Museum Stuttgart, eine Nachbildung im Deutschen Museum, München aufgestellt

Die Schaftweberei

Aus dem Halbschaft hat sich als nächste Entwicklungsstufe der Doppellitzenstab oder Schaft entwickelt. Praktische Gründe sprechen dafür, daß sich die Schaftweberei, bei der im einfachen Falle zwei Schäfte so aufgehängt sind, daß das Fach und Gegenfach durch zwei aufeinanderfolgende Fußbewegungen mittelst zweier Fußtritthebel erfolgen, nur aus dem horizontalen Halbschaftwebstuhl entwickelt haben kann. Nach den Darlegungen von *Ephraim* scheint der primitive, wagrechte Webstuhl der gelben Rasse eigentümlich zu sein, und es könnte gefolgert werden, daß von ihr auch die Schaft- oder Trittweberei ausgegangen ist, die den Weg über Vorderindien nach Westen gemacht hatte. Wir hätten damit die Grundlage einer unserer größten modernen Industrien, was die Schaftweberei angeht und, wie wir später sehen werden, auch was die Zugweberei betrifft, den Chinesen zu verdanken, von denen wir auch das herrlichste Material unserer Textilindustrie — die Seide — übernahmen.

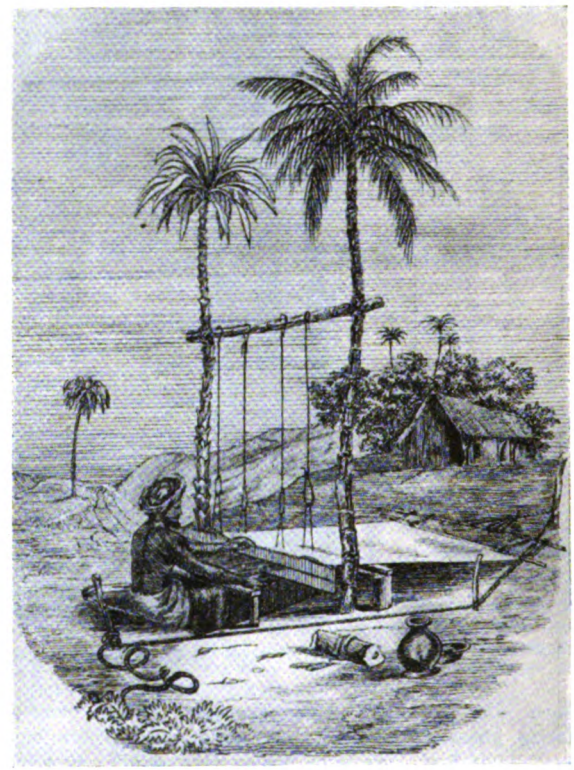


Abb. 11. Indischer Webstuhl

Das Deutsche Museum besitzt einen Webstuhl aus Dahome,der die unentwickelteste Form eines Trittwebstuhles zeigt, bei dem noch statt Tritten Fußschlingen verwendet werden. Auch erscheint als neues Organ ein „Rietblatt" aus Rindenstäbchen in einer Lade, um den Schuß fest anschlagen zu können. Ebenso ursprünglich ist der auf Abb. 11 dargestellte Trittwebstuhl der Hindu. „Der Stuhl des indischen Webers besteht nur aus zwei Walzen oder Bäumen aus Bambusrohr und aus zwei Geschirrteilen (Schäfte). Der Schütze dient zugleich als Schifflein und als Lade oder Kamm und ist daher wie eine große Stricknadel gestaltet, die etwas länger als das Tuch breit ist. Dieses Gestell trägt der Weber bei Sonnenaufgang unter irgendeinen schattigen Baum, an dessen Fuße er ein Loch gräbt, um seine Füße und den unteren Teil des Geschirrs zu fassen, spannt dann die Kette aus, indem er die beiden Walzen in gehöriger Entfernung voneinander mit Pflöcken auf dem Rasen befestigt. Den oberen Teil des Geschirrs und ihre Hebel macht er an irgendeinem passenden Zweige fest, am unteren hingegen bringt er zwei Schlingen an, in

Digitized by Google

welche er mit den Füßen tritt und diese statt der Pedale bedient [9])." So gemächlicher Art wurde jahrhundertelang gewoben, ohne daß nennenswerte Verbesserungen gemacht wurden, Abb. 12. Bei breiteren Geweben waren sogar zwei Weber nötig, um das Durchwerfen des Schiffchens von einer Seite zur anderen zu betätigen, Abb. 13 [10]). Es war daher die von *John Kay* 1733 ersonnene Erfindung der Schnellschütze, welcher die Herstellung auch der breitesten Gewebe durch einen Weber ermöglichte, von weittragendster Bedeutung für die Entwicklung der Handweberei. Bei dieser Vorrichtung wurde das Schiffchen nicht mehr von Hand geworfen, sondern mit Hilfe einer Peitsche von einer Seite zur andern durch das Fach gejagt. Die Leistungsfähigkeit wurde dadurch verdoppelt. An dem Schnellschiffchen sind als Eigentümlichkeit zwei Rollen mit zugeneigten Achsen angebracht, die eine geradlinige Bewegung des Schiffchens beim Durchqueren der Kettfäden ermöglichen. Der Schnellschütze wurde zuerst in der Wollindustrie benutzt, ihr Gebrauch in der Baumwollweberei wurde um 1760 eingeführt, Abb. 13 und 14.

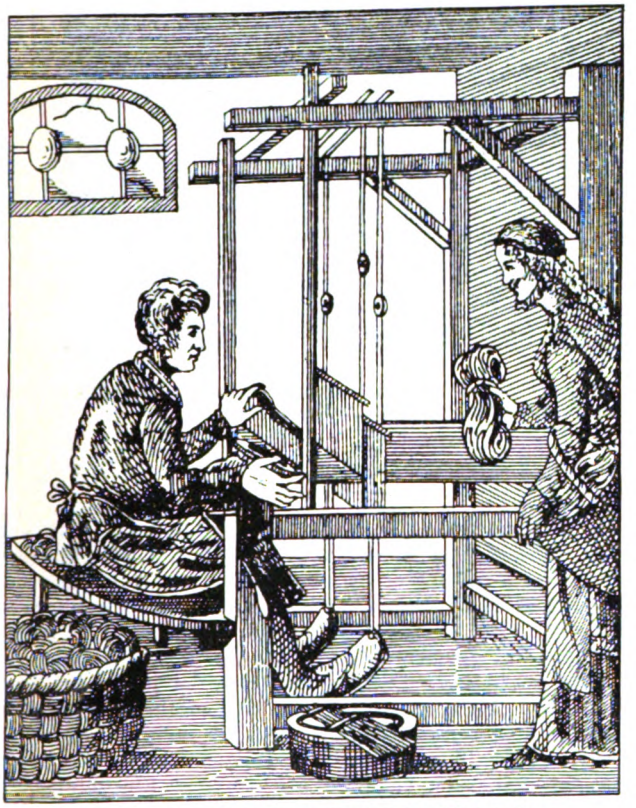


Abb. 12. Deutscher Weber aus dem 16. Jahrhundert

Der Erfinder des Schnellschützen *John Kay*, Abb. 15, war 1704 in Bury, Lancashire, geboren. Sein Lebensschicksal war ebenso traurig wie das von *Hargreaves*. Es ist klar, daß die Einführung des Schnellschützen, welche die Gefahr mit sich brachte, die Hälfte der Weber brotlos zu machen, auf heftigen Widerstand bei den Handwebern stieß. Eines Tages wurde *Kays* Haus von einem Volkshaufen, der ihm nach dem Leben trachtete, gestürmt. Er konnte nur mit knapper Not sein Leben retten, indem er sich unter einem Wollhaufen versteckt hielt. Er starb schließlich in Armut und Vergessenheit [11]).

Als eine weitere, recht zweckdienliche Verbesserung der Handweberei muß die Erfindung der Wechsellade durch einen Sohn von *Kay* i. J. 1768 angesehen werden, die ermöglicht, gleichzeitig mehrere verschiedenfarbige Schußfäden bei der Herstellung bunter Gewebe zu verwenden.

[9]) *Ure-Hartmann*. Weimar 1837.
[10]) *Schreber:* Schauplatz der Künste und Handwerke. Leipzig 1766.
[11]) *Mortimer, J.:* The story of the spindle. Manchester 1895.

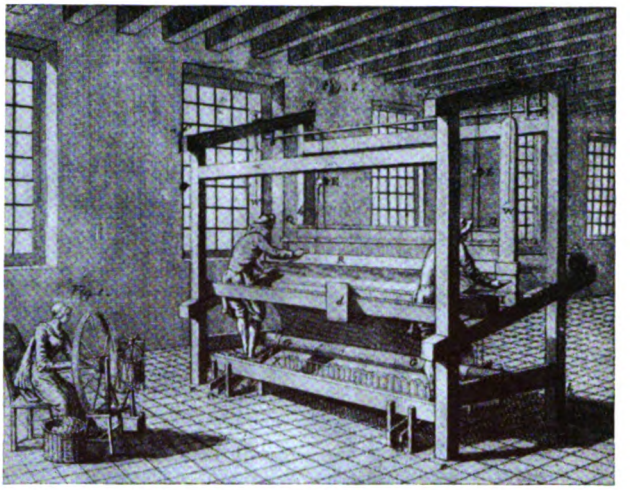


Abb. 13. Tuchweberei mit Schaftwebstuhl für sehr breite Tücher mit zwei Webern aus „Schauplatz der Künste und Handwerker" 5. Bd. 1766

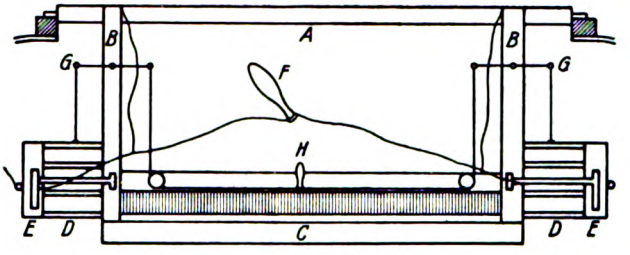


Abb. 14 Schnellschützapparat mit mehreren Kanälen aus *Ure-Hartmann* „Handbuch des Baumwollen Manufakturwesens 1837"

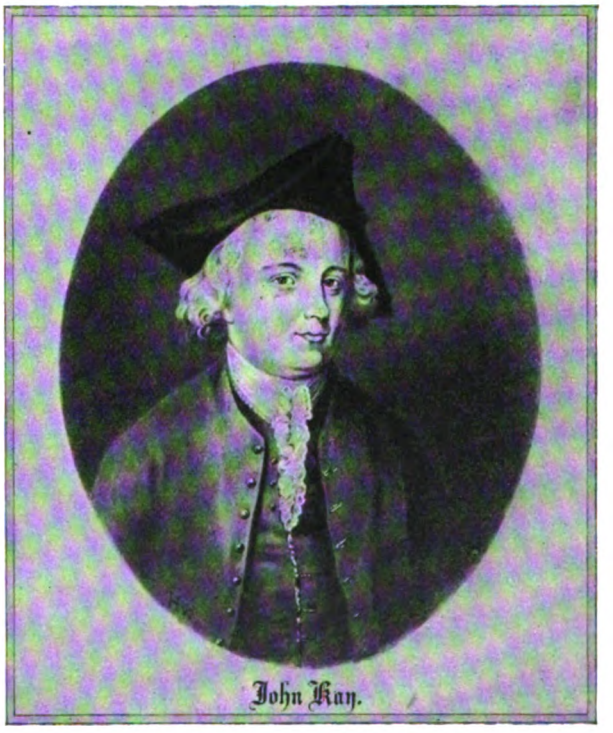


Abb. 15. *John Kay*, Erfinder des Schnellschützen geb. 16. Juli 1704 in Bury (Lancashire) gest. um 1774 in Frankreich

Digitized by Google

Abb. 16. Blick in die Abteilung Schaftweberei des Deutschen Museums. Links: Webegatter, japanischer Halbschaftwebstuhl. Mitte: Seidenschaftwebstuhl aus Damaskus. Rechts: Leinenschaftwebstuhl aus den Ardennen

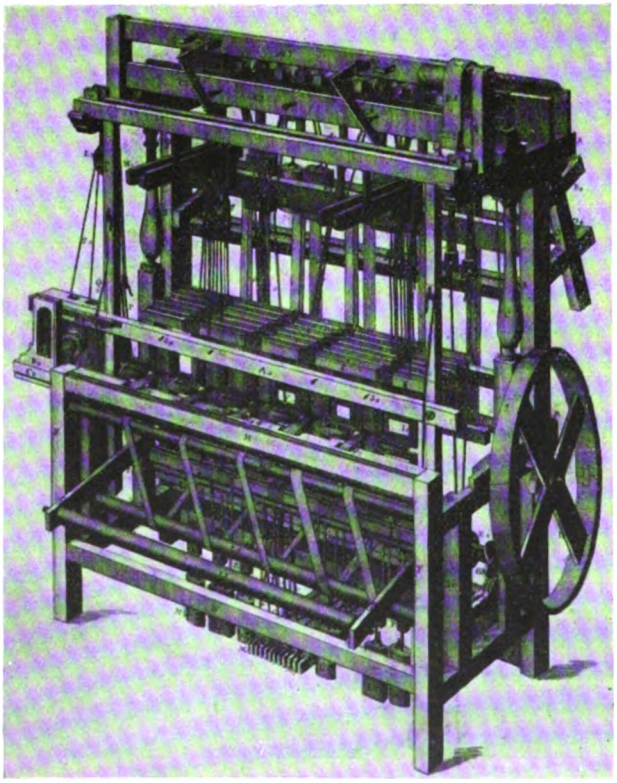


Abb. 17. Rubanier (Bandwebstuhl) aus der „Encyclopédie des Sciences et des Arts Liberaux & Méchaniques", um 1770

Die Wirkungsweise ist folgende: Rechts und links von dem Gewebe befinden sich zwei besondere Schützenkasten, von denen jeder eine Anzahl Zellen zur Aufnahme der Schiffchen hat. Die Schützenkasten sind beweglich so aufgehängt, daß mit Hilfe eines Handzuges in jedem Moment das gewünschte Schiffchen in die Schußbahn gebracht wird. Dieser Schützenwechsel, der in der heutigen Bunt- und Buckskinweberei eine große Rolle spielt, wurde dann später weitgehend automatisiert, in Form der sog. Steig- und Fallkasten- sowie Revolverwechsel. Die durch das Streifenmuster bedingte, gesetzmäßige Einstellung des entsprechend gefärbten Schußfadens mit dem Schiffchen erfolgt in der neuen Form durch eine gelochte Pappkarte, die Wechselkarte, nach dem nachfolgend beschriebenen Jacquard-Prinzip. Abb. 16 bietet einen Blick auf die Gruppe „Halbschaft- und Schaftweberei" im Deutschen Museum.

Der mechanische Webstuhl

Der Erfindergeist, der die mechanische Spinnerei zu einem so hohen Grade von Vollkommenheit gebracht hat, war natürlich auch auf das Gebiet der Weberei gerichtet und ruhte nicht, bis das Weben und Spinnen mechanisch mit Kraftbetrieb vollzogen wurde. Schon *Leonardo da Vinci*, geb. 1452, soll den ersten Gedanken hierzu gefaßt haben. In greifbarer Gestalt erschien die Lösung des Problems zuerst in den „Bandmühlen" verwirklicht, Abb. 17 u. 18, die zur Herstellung von Bändern dienen und einen Übergang von den Handwebstühlen zu den Kraftwebstühlen darstellen. Die Bewegung wird nämlich durch Menschenhand hervorgebracht, aber ohne unmittelbare Einwirkung auf die zu bewegenden Teile, sondern durch Vor-

Digitized by Google

und Zurückschieben einer vor dem Stuhl befindlichen Triebstange, die nicht nur die Lade bewegt, sondern auch noch durch Daumenwellen die Tritte und Schäfte. Ferner wird damit eine Art Rechen betätigt, der die besonders ausgebildeten Schiffchen im Fache hin und her schiebt [12]).

Die Bandmühle soll i. J. 1586 von *Anton Möller* erfunden worden sein. *Möller* ist einer der Erfinder, die ihrer Arbeiten und Ideen wegen den Tod erlitten haben. Seine Maschine wurde nicht nur von den aufgeregten Bandwebern zerstört, sondern *Möller* noch dazu in der Weichsel ertränkt [13]). Die erste größere Bandfabrik mit Bandmühlen wurde auf Wunsch von *Friedrich dem Großen* 1752 in Berlin angelegt. Die Benutzung der früher meist verbotenen sog. Bandmühlen hat der König 1749 mit der Begründung erlaubt: „Wir halten es für einen, dem gemeinen Wesen schädlichen Handwerksmißbrauch, diejenigen Mittel, welche zur Erlangung eines wohlfeilen Preises der Waren gereichen, nicht zur Hand zu nehmen [14])!" Es erscheint seltsam, daß die Bandmühlen keine Grundlage für die mechanischen Webstühle für breite Gewebe abgegeben und diese sich unabhängig davon entwickelt haben.

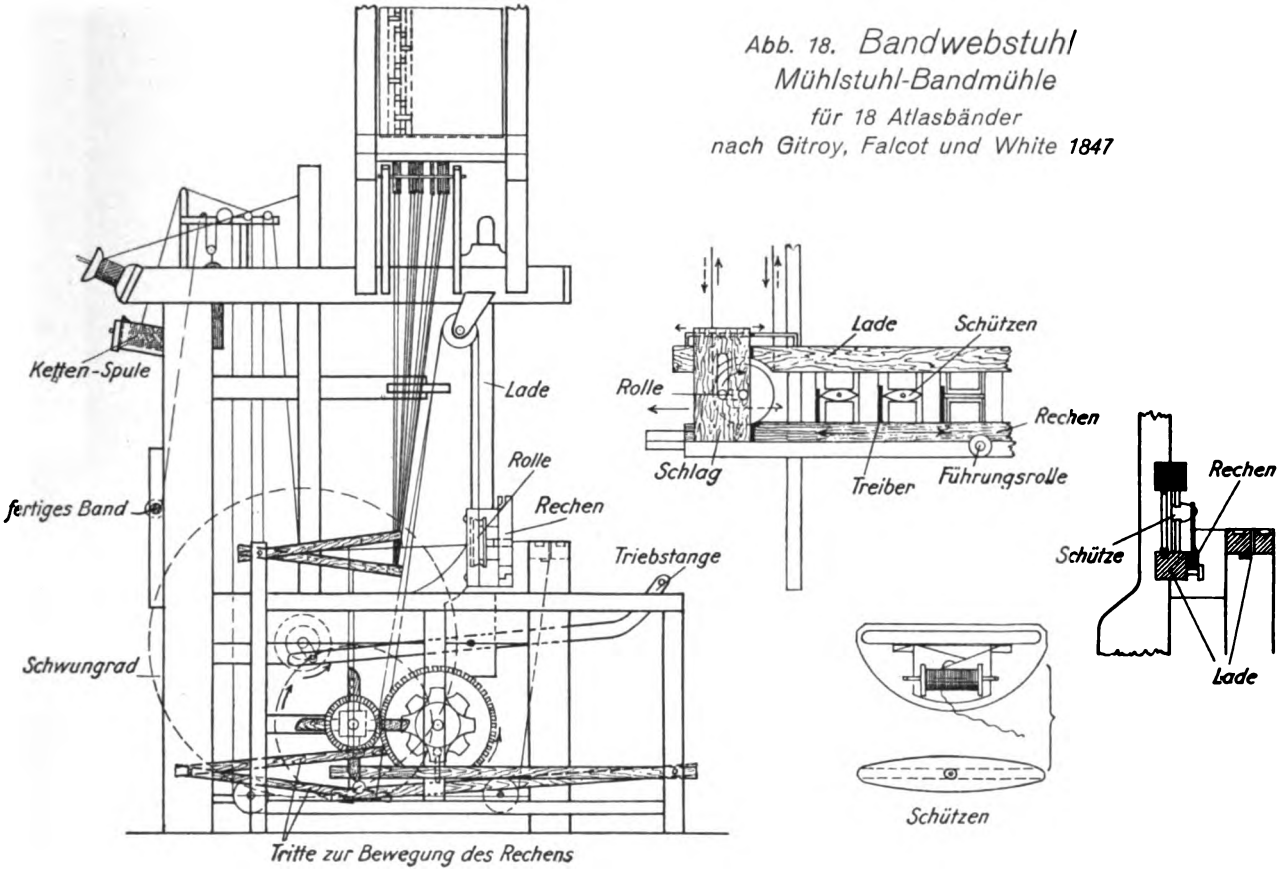
Der älteste Entwurf eines Webstuhles für breite Gewebe für Wasserkraftbetrieb wurde 1678 von dem französischen Seeoffizier *M. de Gennes* der Akademie in Paris vorgelegt. Er wird beschrieben in den „Philosophical Transactions of the Royal Society 1678" als eine Maschine, die es ermöglicht, aus Flachsgarn Gewebe ohne Hilfe eines Handwerkers herzustellen. Ein Erfolg scheint jedoch diesem Webstuhl nicht beschieden gewesen zu sein. Ebenso erfolglos blieb die Webmaschine des berühmten *Vaucanson* 1745.

Im Jahre 1785 nahm der englische Geistliche Dr. *Edmund Cartwright* sein erstes Patent auf einen mechanischen Stuhl, der mittels Wassers oder einer andern Kraft bewegt werden könne. Die Umstände, welche zur Erfindung geführt haben, sind von ihm selbst in einem Brief an Mr. *Bannatyne* geschildert, der in der Enzyklopaedia Britannia veröffentlicht wurde [15]):

„Es war im Sommer 1784 zu Mattlock, wo ich mich in Gesellschaft mit einigen Herren von Manchester über *Arkwrights* Spinnmaschine unterhielt. Ein Herr der Gesellschaft bemerkte, daß, sobald *Arkwrights* Patent abgelaufen sei, so viele Spinnereien errichtet würden und so viel Garn gesponnen würde, daß niemals so viele Arbeitskräfte gefunden werden könnten, es zu verweben. Bei dieser Bemerkung versetzte ich, daß *Arkwright* alsdann seinen Verstand anstrengen müsse, eine mechanische Weberei zu ersinnen. Darauf waren diese Herren einstimmig der Meinung, daß dieses Problem unausführbar sei. Die angeführten Beweisgründe konnte ich nicht verstehen, da ich bis zu jener Zeit noch niemand weben sah.

Ich bestritt indessen die Unausführbarkeit dieser Aufgabe, indem ich bemerkte, daß kürzlich in London eine automatische Figur zu sehen war, welche Schach spielte. Nun, meine Herren, sagte ich, Sie werden doch nicht behaupten, daß es schwerer ist, eine Maschine zu bauen, welche weben soll, als eine Figur, welche all die vielen Bewegungen ausführt, die bei jenem komplizierten Spiele erforderlich sind. Kurze Zeit darauf, als mir infolge eines besonderen Umstandes das erwähnte Gespräch wieder in Erinnerung kam und ich inzwischen eine bessere Vorstellung vom Weben erlangt hatte, fiel mir auf, daß beim Weben glatter Stoffe nur drei Bewegungen (Schaft-, Schützen- und Ladenbewegung) aufeinander folgten. Ich stellte mir dann vor, daß es nur geringe Schwierigkeit bereiten müsse, diese mechanisch auszuführen und zu wiederholen. Erfüllt von diesen Ideen, beauftragte ich sofort einen Zimmermann und einen Schmied, sie zu verwirklichen. Sobald die Maschine fertig war, ersuchte ich einen Weber, dieselbe mit einer Kette zu versehen, welche aus dem gleichen Material wie das von Segeltuch war. Zu meinem großen Entzücken wurde hierauf ein Stück Stoff erzeugt. Da ich mich zuvor nie weder in Theorie noch in Praxis mit mechanischen Dingen beschäftigt und noch nie einen Webstuhl arbeiten gesehen hatte, werden Sie mir wohl glauben, daß mein erster Webstuhl eine plumpe Konstruktion besaß: Es erforderte die Kraft von zwei kräftigen Männern, um die Maschine bei geringer Geschwindigkeit auf kurze Zeit in Gang

Abb. 18. Bandwebstuhl
Mühlstuhl-Bandmühle
für 18 Atlasbänder
nach Gitroy, Falcot und White 1847



[12]) *Karmasch-Müller:* Handbuch der Weberei. Leipzig 1896. S. 803.

[13]) *Grothe:* Bilder und Studien zur Geschichte von Spinnen und Weben. Berlin 1875. S. 104.

[14]) *Matschoß, C.:* „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie". Bd. 4. Berlin 1912. S. 331.

[15]) *Baines:* History of the Cotton Manufacture. London 1835.

Digitized by Google

zu setzen. Indem ich in meiner großen Einfalt annahm, daß ich nun all das vollbracht, was erforderlich war, ließ ich das, was mir als wertvollerer Besitz erschien, durch ein Patent am 4. April 1785 schützen. Ich ließ mich dann herbei, zu sehen, wie andere Leute woben, und Sie werden mein Erstaunen begreifen, als ich die leichte, flotte Art der Betätigung verglich mit der meinigen. Nachdem ich mir das, was ich sah, zunutze gemacht hatte, baute ich einen Stuhl auf der Grundlage, wie er jetzt ausgeführt wird. Aber erst i. J. 1787 vervollständigte ich meine Erfindung und nahm am 1. August ds. Js. mein letztes Weberei-Patent."

etwa 12 Patente: 4 für Webmaschinen, 3 für Wollkämmerei (Ringkämmaschine „Big Ben"), 2 für Backsteine und Ziegeln, 1 für Flachs- und Hanfbrecher, 2 für Dampfmaschinenverbesserungen. 1801 forderte er vom Parlament eine Entschädigung für die bis dahin für die Erfindung des mechanischen Webstuhles aufgewandten Kosten von 30 000 Pf. St., erhielt aber nur 10 000 Pf. St. Er starb zu Hastings 1823 im Alter von 80 Jahren.

Abb. 19. Dr. *Edmund Cartwright*, Erfinder u. Begründer d. mech. Weberei

geb. 24. April 1743 in Marnham
gest. 30. Okt. 1823 in Hastings

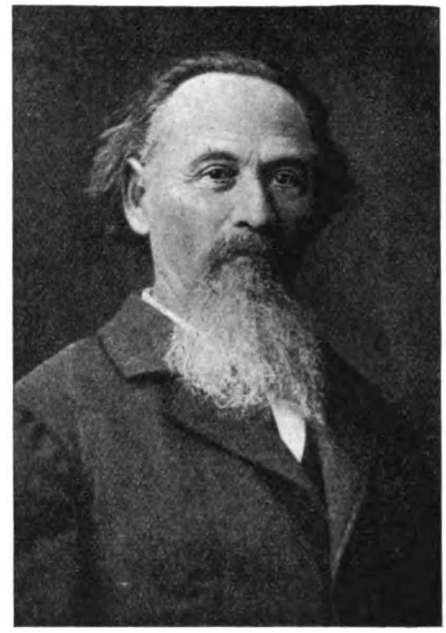


Abb. 20. *Louis Schönherr*

geb. 22. Februar 1817 in Plauen i. Vogtland
gest. 8. Januar 1911 in Thossfell (Sachsen)

1786 beschreibt *Cartwright* Mittel zum selbsttätigen Abstellen des mechanischen Stuhles bei Schuß- oder Kettenbruch (Schuß- und Kettfadenwächter), ferner Regulatoren für den Kett- und Warenbaum und mechanische Bewegungen für den Schützenschlag und die Ladenbewegung. 1787 versieht er seinen Stuhl mit einer Vorrichtung (Schützenwächter) zur Sicherung der Kette beim Steckenbleiben des Schützen. Auch den Schützenwechsel versucht er mit seinem sog. „sliding tray" 1792 [16]).

Durch diese vorzüglich erdachten Vervollständigungen hatte der mechanische Webstuhl alle wesentlichen Elemente der neuartigen Maschine, wenn auch noch in plumper Form. *Cartwright* gilt daher als der eigentliche Erfinder und Begründer der mechanischen Weberei.

Edmund Cartwright, Abb. 19, war 1743 als vierter Sohn einer sehr angesehenen, altenglischen Familie in Nottinghamshire geboren. Er studierte in Oxford Theologie und war später Hilfsgeistlicher. Erst vom Jahre 1784 an begann er, sich mit technischen Problemen, besonders der Weberei, zu beschäftigen; er gründete 1785 in Doncaster eine Weberei mit etwa 19 mechanischen Webstühlen, die anfangs mit Göpel von einem Ochsen, später mit Dampfkraft betrieben wurden. Die Weberei lohnte sich aber nicht, und er verlor fast sein ganzes Vermögen. Seine unglückliche Lage wurde noch verschlimmert durch die Feindschaft der Handweber, die sich durch die Einführung des mechanischen Stuhles in ihrer Existenz bedroht sahen, und durch kostspielige Patentprozesse. Deshalb gab er die Weberei auf und siedelte 1796 nach London über, um dort seine Tätigkeit als Erfinder fortzusetzen. Er erhielt

In eine lebensfähige Form wurde der mechanische Webstuhl erst von *Roberts*, dem berühmten Erfinder der automatischen Spinnmaschine (Selfactor) in Manchester gebracht.

In Deutschland hat *Johann Jakob Bodemer* (1762 bis 1844) i. J. 1818 in Zschopau trotz heftiger Kämpfe den mechanischen Leinwand-Webstuhl für Göpelbetrieb eingeführt [17]). Vor allem aber nahmen *Louis Schönherr* [18]), *Richard Hartmann* (1809—1878) in Chemnitz und die Firma *André Köchlin* in Mülhausen erfolgreich den Bau der mechanischen Webstühle auf. Das Original des ersten, fabrikmäßig hergestellten Tuchwebstuhles von *Louis Schönherr*, 1852, befindet sich im Deutschen Museum. Der ältere Bruder von *Louis Schönherr*, *Wilhelm*, hatte bereits im Anfang der 30er Jahre im Auftrage der russischen Regierung einen mechanischen Webstuhl für die Hausindustrie mit Handbetrieb gebaut.

Die mechanische Weberei wurde in Amerika eingeführt und durchgebildet von *Francis Cabot Lowell*, geb. 1775 in Newburyport. Er war der Begründer der amerikanischen Baumwollindustrie. Der amerikanische Kraftwebstuhl wurde von *Lowell* unter Mitwirkung von *Patrick T. Jackson* erfunden und am 23. Februar 1815 in Amerika patentiert. Ihm zu Ehren ist die Stadt Lowell in Mass. benannt. Die Silhouette von *Lowell*, Abb. 21, entstammt einem Abzeichen, das die Mitglieder der National Association of Cotton Manufacturers bei ihrer Tagung in Boston 1912 trugen.

[16]) Catalogue of the Mechanical Engineering Collection South Kensington 1908.

[17]) *Schöler:* Helden der Arbeit. Leipzig 1925. S. 76.

[18]) Näheres in der Denkschrift 1852 bis 1927 der Sächsischen Webstuhlfabrik (*Louis Schönherr*) Chemnitz 1927.

Digitized by Google

Abb. 22 und 23 zeigen in einer bemerkenswerten Gegenüberstellung von „Einst" und „Jetzt" die Websäle alter und neuer mechanischer Betriebe.

Das Anwendungsgebiet der mechanischen Webstühle wurde alsdann auch auf die Herstellung immer reicher gemusterter Gewebe ausgedehnt. Man kam vom einfachen Webstuhl mit 2 Schäften für glatte Ware zu Exzenter-Webstühlen mit etwa 12 Schäften. Für noch reicher gemusterte Gewebe waren in der Baumwollweberei bis 24 schäftige und in der Kammgarnweberei bis 36 schäftige Webstühle in Anwendung, für die aber keine Exzenter, sondern besondere Hilfsmaschinen verwendet werden mußten. Die Entwicklung dieser Schaftmaschinen ging parallel mit der später behandelten Jacquardweberei, die auf demselben Prinzip beruhte. Es kann hier nicht näher auf Einzelheiten eingegangen werden [19]).

Erwähnenswert ist der von der Firma *Hartmann* in den Jahren 1910 bis 1912 konstruierte Webstuhl mit schnurenloser Schaftmaschine (Bauart Wolfrum), der den Vorteil hat, daß jeglicher Oberbau über den Schäften fortfällt und der Weber eine freie Übersicht über den Stuhl besitzt.

Einen Gipfelpunkt in der Größenentwicklung der mechanischen Webstühle stellen die Riesenfilzwebstühle dar, wie sie in ungeahnten Abmessungen als größte Webstühle der Welt zuerst von der Firma *Hartmann*, Chemnitz, für die Herstellung von Filztüchern für technische Zwecke (Papierindustrie) gebaut wurden, Abb. 24. Der zuletzt ausgeführte Filzwebstuhl hat die bis heute unerreichte Webbreite von 23,8 m. Das Gesamtgewicht beträgt 40 t; die Kurbelwelle mit 11 Kröpfungen wiegt 3800 kg und hat an der Antriebseite 140 mm Drm. Auf jeder Seite sind 4 Schützenzellen. Die durchschnittliche Schützengeschwindigkeit beträgt 10 m in der Sekunde. Die Webschützen sind über ¾ m lang.

Abb. 21. *Francis C. Lowell*, Begründer der amerikanischen Baumwollindustrie und mech. Weberei
geb. 1775 in Newburyport Mass.
gest. 1817 in Waltham

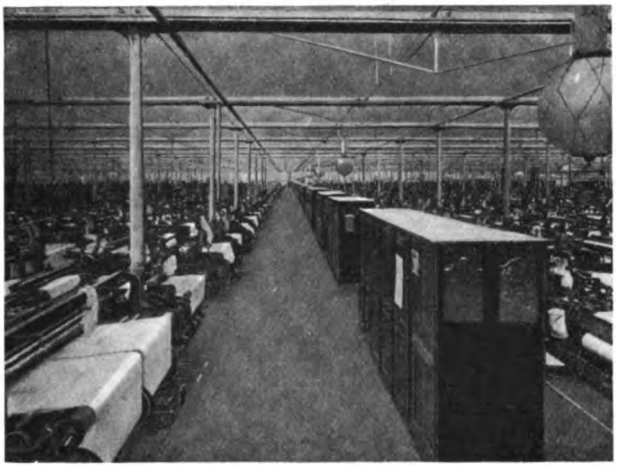


Abb. 23. Blick in den größten Websaal Deutschlands mit 1600 Webstühlen der mech. Baumwollspinnerei und Weberei in Augsburg, 1920

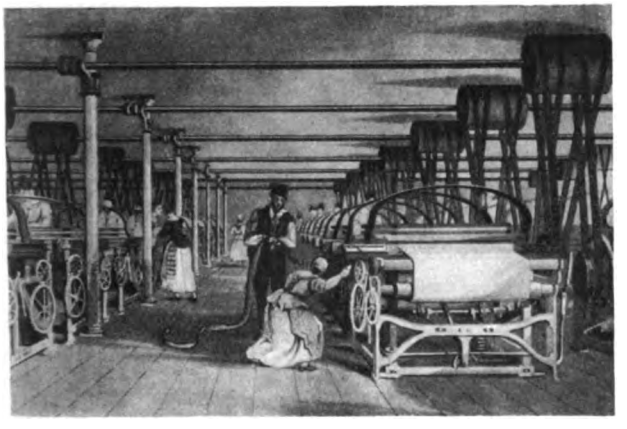


Abb. 22. Websaal der Firma *Swainson, Birley &* Co. bei Preston mit mech. Webstühlen der Firma *Sharp, Roberts &* Co., Manchester. Nach *Baines*, History of the Cotton Manuf. 1835

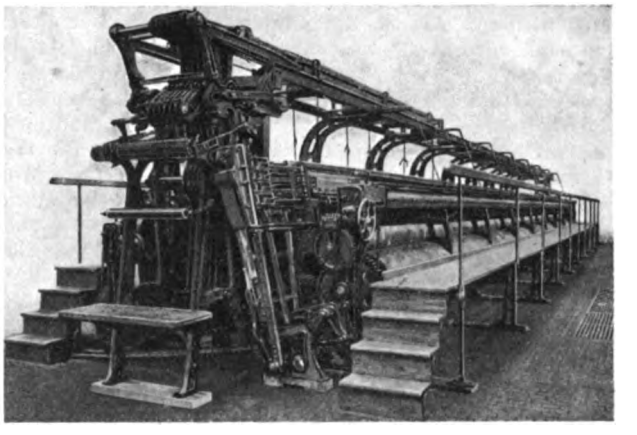


Abb. 24. Der größte Filztuchwebstuhl der Erde mit 23,8 m Webbreite, gebaut im Jahre 1926

Automaten-Weberei

Trotz der weitgehend durchgeführten Mechanisierung der Webstühle blieb noch eine wichtige Aufgabe zu lösen, nämlich die zeitraubende Auswechslung der abgewobenen Schußspulen im Weberschiffchen selbsttätig während des Ganges der Maschine vorzunehmen und dadurch den eigentlichen Web-Automaten zu erfinden. Dem Erfindungsgeiste eines Amerikaners namens *Northrop* war es gelungen, diese Aufgabe durch die Konstruktion der nach ihm benannten Maschine zu lösen. Um die meist unrichtigen Darstellungen zu vermeiden, die nach späteren Jahren in bezug auf den Werdegang wichtiger Erfindungen gemacht werden, hat die *Draper Comp.* in der

[19]) Angaben über die ersten Schaftmaschinen in *Kohl*, Geschichte der Jacquardmaschine. Berlin 1872.

Digitized by Google

Einleitung ihres Kataloges einen kurzen Bericht über die Geschichte des Northrop-Stuhles abgefaßt, aus dem das Folgende entnommen ist [20]).

Am 26. Juli 1888 wurde Mr. *William F. Draper jr.*, der spätere Teilhaber der Firma *George Draper & Sons* auf die Erfindung eines neuen Webstuhles mit automatischer Schützen-Auswechslung in Providence aufmerksam. Die Idee schien gut, aber die Ausführung unbrauchbar. Er veranlaßte seine Firma, 10 000.— $ für weitere Versuche in dieser Richtung auszusetzen, und Mr. *Aonzo F. Rhoades* wurde mit dem Auftrage betraut, einen brauchbaren Stuhl mit automatischer Schützenauswechslung zu entwerfen. Am 28. Februar 1889 war ein solcher Stuhl betriebsfähig und lief nach einem weiteren Umbau mit gutem Erfolg.

James H. Northrop wurde am 8. Mai 1857 in Keighley in England geboren. Nachdem er in seinem Vaterlande als tüchtiger Mechaniker ausgebildet war, siedelte er im Mai 1881 nach Amerika über und fand in Hopedale als Spezialist für Metallmodelle Beschäftigung. Da er mit seiner Erfindung an Spulmaschinen keinen besonderen Erfolg hatte, beschäftigte er sich eine Zeitlang mit der Landwirtschaft und war dann in Lohnarbeit als Mechaniker bei einem Tagesverdienst von 2 $ tätig. Im Februar 1889, als *Northrop* Kenntnis von dem Fortschritt erhielt, den *Rhoades* mit seinem Stuhl erzielte, sprach er bei Mr. *George Ottis Draper*, der gerade in die Firma eingetreten war, vor und gab an, daß er in einer Woche einen selbsttätigen Schützenauswechsel-Apparat an einem Webstuhl anbringen könne, der, in Massen hergestellt, 1 $ kosten würde. Am 5. März fuhr Mr. *Draper* auf das Landgut von *Northrop* und sah dort ein rohes Holzmodell nach dessen Idee, das in seinem Hühnerhaus aufgestellt war.

Mit Befürwortung von Mr. *Draper* wurde Mr. *Northrop* von der Firma am 8. April beauftragt, seine Erfindung auszuarbeiten. Am 20. Mai war er so weit, daß er einsah, daß seine Idee nicht praktisch ausführbar sei, und da ihm inzwischen ein neuer Plan vorschwebte, bat er um Zeitaufschub bis zum 4. Juli, um diesen zu verwirklichen. Am 5. Juli lief der Stuhl in voller Geschwindigkeit, und da er vorteilhafter zu sein schien als der nach System *Rhoades*, wurde der Weber von dem Rhoades-Stuhl an den Northrop-Stuhl versetzt. Hierauf wurden mehrere Stühle dieser Art in Seaconnet-Mill in Betrieb genommen. Mr. *Northrop* hatte aber inzwischen seine Idee von einem automatischen Spulenwechsel im Oktober verwirklicht. Die Entwicklung ging so rasch vorwärts, daß bereits 1890 mehrere Stühle mit automatischem Spulenwechsel im Seaconnet-Mill in Betrieb kamen, wo die unvorteilhaften Schützenwechselstühle wieder zu gewöhnlichen Webstühlen umgebaut wurden.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die rasche Einführung der Northrop-Stühle war auch ihre Ausrüstung mit den ersten, praktisch bewährten Kettfadenwächtern. Im Sommer 1895 wurden die ersten Northrop-Stühle in London ausgestellt und Aufträge für mehrere tausend Stühle entgegengenommen. Eine merkwürdige Einschätzung der Genialität der Northrop-Mechanismen ereignete sich in Rußland, wo 1896 ein ganzer Satz Northrop-Stühle in Betrieb kam. Die Arbeiter konnten nicht verstehen, wie durch so einfache Mechanismen so wunderbare Ergebnisse erzielt wurden, und sie wollten die Maschinen nicht berühren, bevor sie nicht von einem Priester mit Weihwasser besprengt waren. 1901 hatte die *Draper-Comp.* eine Produktion von 2000 Northrop-Stühlen pro Monat erzielt. Im weiteren Verlauf wurden die Northrop-Mechanismen für breitere Webstühle, für Schaft- und Jacquardwebstühle ausgebildet. Bis 1904 waren in Amerika schon 100 000 Northrop-Stühle in Betrieb.

Abb. 25 zeigt den Northrop-Mechanismus im Augenblick, wo eine Spule von dem zylindrischen Spulenmagazin in das Webschiffchen eingeführt wird und die ausgestoßene Spule in den Behälter fliegt. Wenn auch die Einzelteile des Mechanismus im Laufe der Zeit Änderungen erlitten, das Grundprinzip ist erhalten geblieben. Ein Gabelfühler tastet bei jedem Schuß von oben wie eine Schublehre in das Schiffchen auf der Schußspule, bis diese auf den Durchmesser der leeren Spule abgewoben ist und die Gabel einfallen kann. Die kleine Gabelbewegung überträgt sich bei der nächsten Ladebewegung mittelst besonderer Mechanismen auf eine Welle, die den darauf sitzenden Drücker oder Hammer veranlaßt, die Spule zu wechseln. Wenn das Schiffchen durch die Kette fliegt, wird das Ende des Spulenfadens, der in der Mitte eines Stutzens der Vorderseite des Magazins hängt, selbstätig in das Schiffchen eingefädelt. Zweckmäßig angebrachte

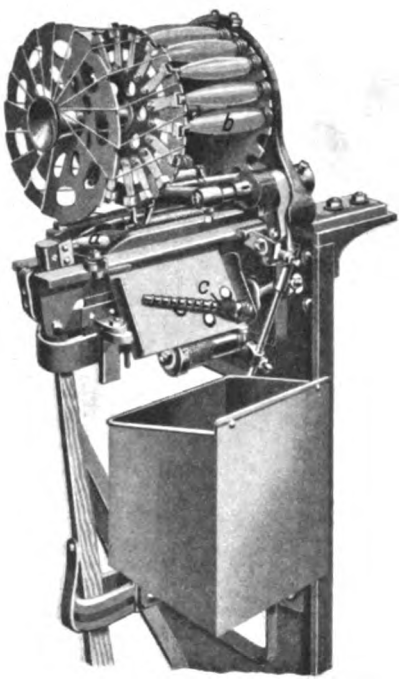


Abb. 25. Northrop-Apparat im Augenblick der Spulenauswechslung *a* Schütze mit neuer voller Spule, *b* Ersatzgarnfüllung, *c* ausgewechselte leere Spule

Scheren beseitigen selbsttätig die Fadenreste der alten und neuen Spulen. Später hat man neben dem mechanischen Gabelschußfühler auch elektrische Schußfühlvorrichtungen ausgebildet. Bei letzteren tasten zwei federnde Kontaktstifte bei jedem Ladenschlag durch einen Schlitz im Schiffchen auf der Spule. Ist diese leer, so erscheint eine Metallhülse, die nach Berührung mit den beiden Kontaktstiften einen Stromkreis schließt. Die dadurch hervorgerufene Ankerbewegung eines Elektromagneten wirkt dann auf die Hammerwelle wie beim Gabelfühler. Beide Systeme sind noch heute in Anwendung. Manche Firmen, wie die Maschinenfabrik *Rüti*, Zürich, bevorzugen den Gabelfühler, dagegen sah ich kürzlich in der Mechanischen Baumwollspinnerei u. Weberei, Augsburg, Automaten größtenteils mit elektrischen Schußfühlervorrichtungen, insbesondere an Maschinen der Elsässischen Maschinenbau-Ges. Mülhausen in Anwendung.

Der ursprüngliche Kettfadenwächter wirkt auf mechanischem Wege. Dünne Stahl-Lamellen in Form von Rasierklingen sitzen als Reiter auf den Lamellenschienen über der Kette und werden jede einzelne durch den gespannten Kettenfaden, der durch die Lamelle gezogen ist, so lange getragen, bis der Faden gebrochen ist. Die Lamelle fällt dann in einen schwingenden Schlitten, klemmt denselben und beeinflußt die Bewegung. Die Bewegungsänderung wirkt auf einen Stecher, der beim nächsten Ladenanschlag den federnden Ausrückheber aus seiner Rast zieht, so daß die Riemengabel den Riemen auf die Leerscheibe bringen

[20]) *Draper Co.:* Labor Saving Looms. Hopedale Mass. 1907.

Digitized by Google

kann. Diese Wirkung kann auch durch den elektrischen Kettfadenwächter erzielt werden, auf dessen Einzelheiten nicht näher eingegangen werden kann.

An Stelle der ursprünglichen Northrop-Trommel hat man andere Magazinformen eingeführt, so z. B. Mülhausen die Ladestreifen (Rahmen), *Rüti* die Kasten, doch scheint man heute wieder das Trommelsystem zu bevorzugen, bei dem in sicherer Weise zwangsläufig der Spulenwechsel erfolgt. Aufsehen erregte seinerzeit auch der sog. Steinenstuhl, den die Firma *Rüti*, Zürich, auf den Markt brachte und der die Möglichkeit bot, ein größeres Spulenfüllmagazin anzuwenden, das bis zu 140 Schußspulen fassen konnte. Das Fadenende wird im Augenblick des Spulenwechsels durch Druckluft in die für das Einfädeln richtige Lage gebracht. Bei der Demonstrationsanlage in Steinen bei Lörrach (Baden) wurden seinerzeit 48 Webstühle für schmale Gewebe von einem Meister, einer Weberin und einer Hilfsperson bedient [21]). In der Weberei Kottern wurden diese Stühle eingeführt und bei glatter Ware mittlerer Breite und 180 Uml./min 16 Stühle von einem Arbeiter bedient. In der kürzlich besuchten Mechanischen Baumwollspinnerei und -weberei werden 12 Automaten bei 170 Uml./min von einem Weber bedient; auf 40 Stühle kommt ein Aufstecker. Bei gewöhnlichen Webstühlen dagegen werden nur zwei bis vier Webstühle von einer Person bedient.

In der Sammlung des Deutschen Museums befindet sich ein automatischer Webstuhl der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft Mülhausen aus dem Jahre 1910, der an Stelle von Trommeln Laderahmen besitzt, mit den heute nicht mehr gebräuchlichen federnden Spulenhaltern, um die das Fadenende (Fadenreserve) umwickelt werden mußte.

Der Automatenstuhl hat sich inzwischen auch in Deutschland mehr und mehr eingeführt. Aber immerhin sind erst etwa $^1/_6$ aller mechanischen Stühle Automatenstühle, u. z. fast durchweg Spulenwechsel-Automaten. Der schon seit etwa 70 Jahren ausgebildete Schützenwechsel-Automat hat bis jetzt noch keine greifbaren Ergebnisse erzielt. Am meisten hatte sich das System *Hatterstey* eingeführt. Der Automatenstuhl scheint nur dort geeignet, wo wenig Qualitäten erzeugt werden, und wo möglichst jahraus, jahrein die gleiche Ware auf demselben Stuhl laufen kann. In neuerer Zeit ist das Anwendungsbereich des Automatenstuhles auch auf die Buntweberei ausgedehnt worden. Auf der Textilschau in Frankfurt a. M. im Oktober letzten Jahres war ein vierschütziger Automat der Fabrik *Rüti*, Zürich, zu sehen. Es sollen bereits über 30 000 Rüti-Automaten und über 1200 vierschützige Buntautomaten laufen.

Die Entwicklung des Webstuhles scheint noch nicht abgeschlossen zu sein. Die Versuche, das unvollkommene Prinzip der hin und her gehenden Bewegung des Webens durch das mit fortlaufenden Arbeitsprozessen, wie z. B. beim sog. Rundwebstuhl von *Josef* und *Karl Herold*, Brünn, zu ersetzen, haben keinen besonderen Erfolg gehabt [22]). Dagegen ist in letzter Zeit der sog. „schützenlose" Webstuhl, der „Gabler-Webstuhl" in den Vordergrund des allgemeinen Interesses der Textilwelt getreten [23]).

Das Hauptmerkmal des Gabler-Stuhles, Abb. 26, liegt darin, daß bei den Webschützen die großem Verschleiß ausgesetzte Schützenschlagvorrichtung beseitigt und durch eine einfache Greifvorrichtung ersetzt ist; diese trägt selbsttätig den Schußfaden ein. Die dabei benutzten Spulen sind so groß, daß sie gegebenenfalls das Garnquantum für einen ganzen Tag fassen. Die genaue Arbeitsweise des Gabler-Stuhles ist in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1927. S. 326, dargestellt.

[21]) *Baum:* Baumwollspinnerei und -weberei. Berlin 1913. S. 110.

[22]) *Utz, Ludwig:* Praxis der mech. Weberei. Leipzig 1907.

[23]) *J. Gabler & Co.*, G. m. b. H., Ettlingen i. B. Berlin-Karlsruher Industrie-Werke A.-G.

Die Gabler-Maschine hat bereits auf Grund fortwährender Verbesserungen mehrere Entwicklungsstadien durchgemacht. Die erste Bauart des schützenlosen Gabler-Stuhles hatte nur einseitigen Schußeintrag. Dadurch erhielt das Gewebe nur eine Webkante, während die andere nachträglich besonders hergestellt werden mußte. Dann konstruierte *Gabler* einen schützenlosen Webstuhl, bei dem die Schußzuführung wechselseitig von rechts und links erfolgte. Um die Schwierigkeiten zu überwinden, war die Lade feststehend, und es wurde das Blatt zum Schußanschlag bewegt. Da diese Anordnung nur eine beschränkte Umdrehungszahl zuließ, kam man auf die schwingende Lade zurück und schuf den jetzigen Stuhl, bei dem die erheblichen Schwierigkeiten bei der Schußfadenzuführung bei schwingendem Greifer überwunden sind, Abb. 27.

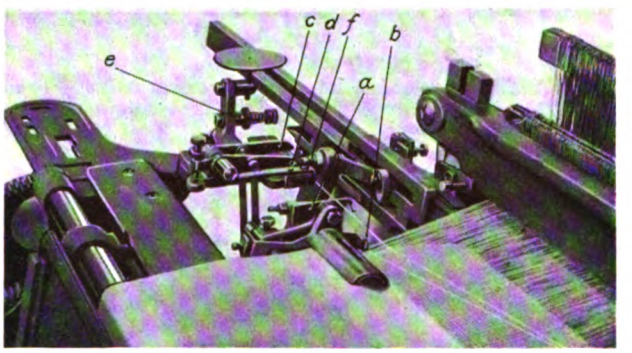


Abb. 26. Einzelheiten des Gabler-Webstuhles: *a* Fadenholer, *b* Schere, *c* Schußfadenhaltevorrichtung, *d* verstellbarer Hebel, *e* und *f* Fadenbremsen

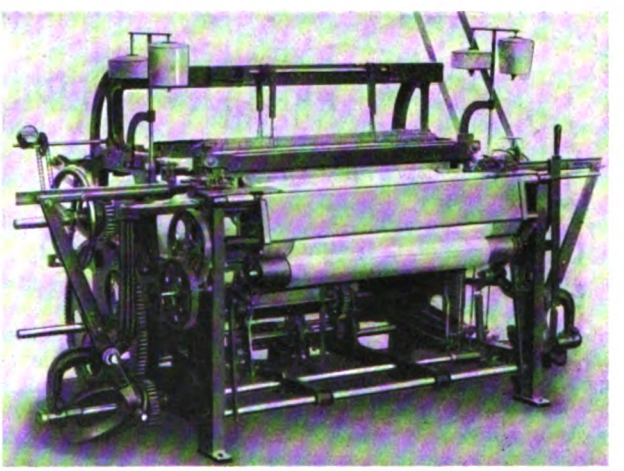


Abb. 27. Gabler-Webmaschine, neue Ausführungsform mit zweiseitigem Schußeintrag

Als Vorläufer dieser Maschine ist noch der Seaton-Stuhl mit Greiferschützen und beiderseitig angeordneten. großen Standspulen aus dem Jahre 1907 zu nennen [24]).

Ein Rückblick auf die Entwicklung der Gebrauchsweberei zeigt eine ungeahnte Leistungssteigerung. Ein Weber, der heute 20 Automaten bedienen würde, leistet soviel wie 200 Handweber früher mühsam zu erzeugen vermochten.

[24]) *Utz, Ludwig:* Praxis der Weberei. Leipzig 1907.

Digitized by Google

Stellung I — Natürliches Fach
Stellung II — Künstliches Fach; Litzenstab und hintere Kettfäden vorgezogen

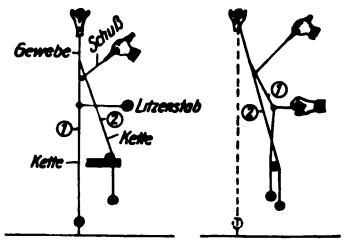


Abb. 28. Senkrecht. Gewichtswebstuhl. Die Kettfäden sind unten m. Gewichten beschwert

Stellung I — Natürliches Fach
Stellung II — Künstliches Fach

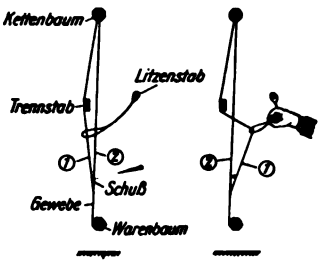


Abb. 29. Senkrechter Hautelisse-Gobelinwebstuhl

Stellung I — Geschlossenes Fach; oberster Latz b des nicht gezeichneten bis zum Boden reichenden Latzenbündels vor dem Gebrauch
Stellung II — Geöffnetes Fach; Latz b hochgezogen, die Geleseschnüre d dem Muster entsprechend getrennt mit Ziehknüttel vorgezogen und damit das Kettenfach gebildet

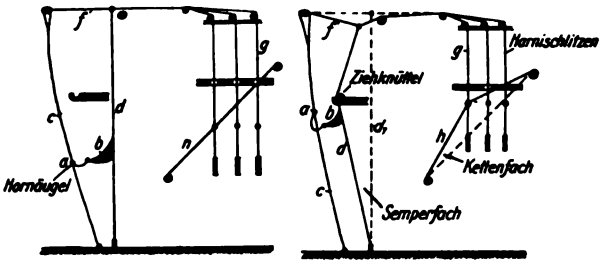


Abb. 30. Handzugstuhl

Stellung I — Platine von Walze abgedrängt
Stellung II — Platine von Walze unbeeinflußt
Stellung III — Platine Stell. II gehoben u. somit auch Kettfaden

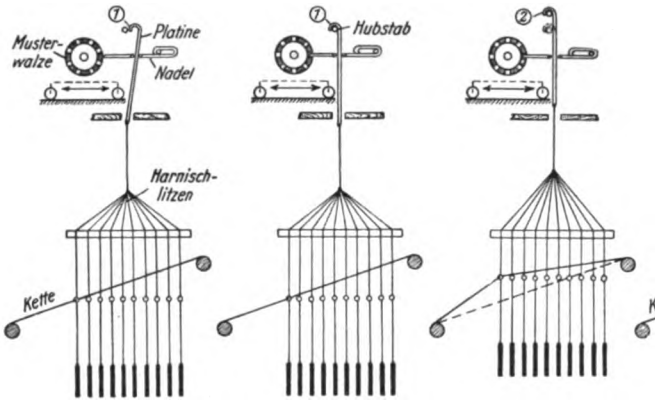


Abb. 31. Zugstuhl mit mech. Kordenaufzug mittels gelochter Musterwalze nach *Vaucanson* 1745 und *Waldhör* 1799

Stellung I — Platine unbeeinflußt
Stellung II — Platine abgedrängt
Stellung III — Platine und Kettfaden gehoben

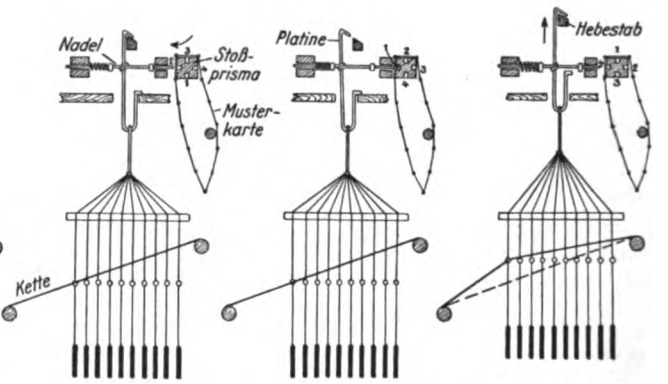


Abb. 32. Zugstuhl mit mech. Kordenaufzug nach *Jacquard* 1805

Abb. 28 bis 32. Entwicklung der Fachbildung bei der Kunst- oder Zugweberei

Die Kunstweberei

Mit der Entwicklung der Gebrauchsweberei und Schaftweberei hielt gleichen Schritt die Kunstweberei, wie sie für Teppiche und reichgemusterte Stoffe, Damaste, Brokate für Tafeltücher, Prachtgewänder, Kirchenstoffe usw. zur Anwendung kommen.

Man unterscheidet drei Stufen:

1. Im Altertum die heute noch gebräuchliche Finger- und Nadelweberei.

2. Im Mittelalter und später bis etwa zum Jahre 1830 die Harnischweberei oder Zugweberei mit Handkordenaufzug.

3. In der neueren Zeit, etwa seit 1805, die Harnischweberei mit mechanischem Kordenaufzug durch Jacquard-Maschinen usw.

Die Finger- und Nadelweberei

Die Knüpferei. Zur Fingerweberei gehört die Herstellung der Knüpfteppiche. Sie sind die schönste, aber durch ihre mühsame und langwierige Verfertigung auch kostspieligste Art von Fußteppichen, die nach der Herkunft Smyrna-, türkische oder Savonnerieteppiche genannt werden [25]).

Der Knüpfstuhl ist eine Abart eines senkrechten Halbschaftwebstuhles, „Hautelisse-Stuhl", mit normal festliegendem Litzenstab. Die Litzen werden in einzelnen Gruppen mit den Fingern gezogen. Nach dem Musterbild werden die einzelnen Florschußfäden aus Wolle oder Seide als Fadenschleifen, „Noppen", an die Kette aus gezwirnter Wolle geknüpft und durch Anschlagen an die bindenden Grundschußfäden mittels eines Kammes ein dichtes, samtartiges Gewebe erzeugt, das später geschoren wird [26]). Im Jahre 1920 ist im Schwarzwald in Bad Teinach die Orientknüpferei *Gebr. Klein* durch vertriebene Orientdeutsche gegründet worden, die in den verschiedenen Schwarzwalddörfern mehrere Hundert Schwarzwälderinnen mit der Herstellung von Teppichen nach dem Muster alter, anerkannter Orientteppiche beschäftigt. Ein Originalwebstuhl von der vor einigen Jahren in München stattgehabten Ausstellung mohammedanischer Kunst befindet sich im Deutschen Museum, der mit 1 Million Knüpfungen auf 1 Quadratmeter das Kunstvollste dieser Art zeigt, was noch mit Menschenhänden hergestellt werden kann.

Die Gobelinweberei gehört ebenfalls zur Finger- und Nadelweberei. Gräberfunde aus koptischer Zeit lassen erkennen, daß sich diese Kunst sehr weit zurückverfolgen läßt. Einen guten Begriff der damaligen einfachen Technik gibt uns Abb. 33, die eine Navajo-Weberin darstellt, wie sie mit den Fingern den Schußfaden einschlingt. Eine Blüte-

[25]) *Duhamel du Monceau:* Schauplatz der Künste und Handwerke. Leipzig 1768. Übers. v. Dr. *D. G. Schreber.*

[26]) *Karmasch-Müller:* Handbuch der Weberei. Leipzig 1896. S. 777.

Digitized by Google

zeit erlebte die Gobelinweberei, als die in dem Hause des Färbers *Gobelin* 1440 in Paris gegründete Gobelin-Manufaktur in die Hände des Staates überging und von dem Maler *Lebrun* geleitet wurde. Die prächtigen Gobelins in der Münchener Residenz und dem Neuen Nationalmuseum entstammen der ersten Münchener Gobelinweberei 1604 bis 1615 unter *Max II.* und der zweiten unter *Max Emanuel* 1718—1808. In der neugegründeten dritten Münchener Gobelin-Manufaktur in Nymphenburg erlebte sie eine neue Blütezeit.

Der ursprüngliche Webstuhl war ein senkrechter Halbschaftwebstuhl (Hautelisse-Stuhl), Abb. 34. Ein Trennstab teilte die Kette zum natürlichen Fach. Das Gegenfach wird durch Litzen eines meist fest angeordneten Litzenstabes gebildet. Die Technik ist dem Knüpfen ähnlich, nur wird der farbige Schußfaden nicht geknüpft, sondern leinwandartig in der Länge der Farbe nach dem Musterbild mit einer Nadel mosaikartig eingetragen (Fadenmalerei). Neben dem vertikalen Hautelisse-Stuhl kam auch der horizontale Basselisse-Stuhl in Anwendung. In der neuen Nymphenburger Gobelin-Manufaktur kommt eine Vereinigung von Hautelisse- und Basselisse-Stuhl in Anwendung. Statt Litzenstäben hat bei breiten Gobelins, Abb. 35, jede Wirkerin zur Erleichterung des Schußeintragens einen kurzen schräghängenden Schaft.

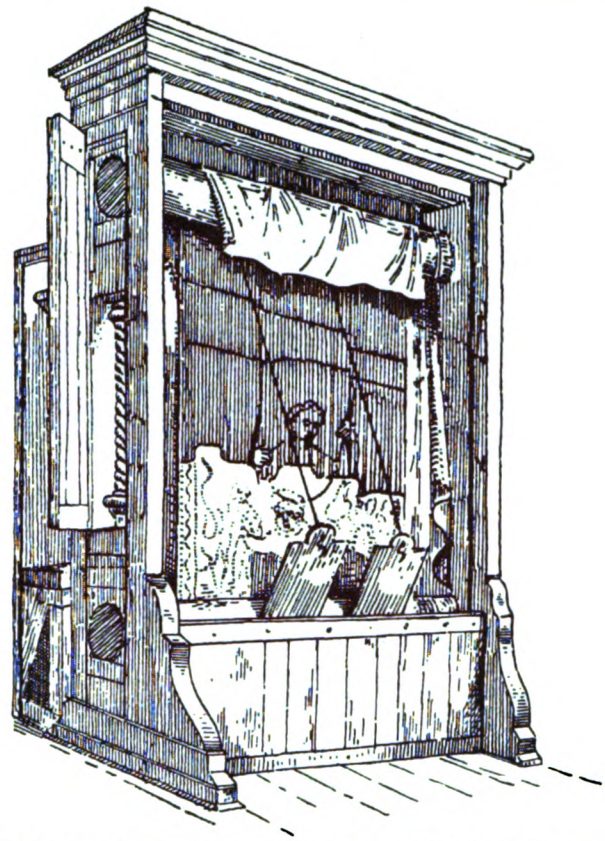


Abb. 34. Hautelisse-Stuhl. Der Gobelinweber steht hinter der Kette. Mit Hilfe von Spiegeln beobachtet er von Zeit zu Zeit die Wirkung seiner Arbeit. Aus: „Das Wissen der Gegenwart Bd. 33 Die Textilkunst" von Dr. *Otto von Schorn*

Die Hand-Harnischweberei

Für die Massenerzeugung reich gemusterter Gewebe und Bildgewebe ist die zeitraubende und einen hohen Grad von Kunstfertigkeit erfordernde Knüpf- und Gobelintechnik viel zu kostspielig. Dafür kommt die Zugweberei in Betracht. Ihre Geschichte fällt größtenteils mit der Geschichte der Damastweberei zusammen, die aber eine Vereinigung von Zug- und Schaftweberei darstellt. Das Ursprungsland der Zugweberei ist China, Abb. 36. Man nimmt an, daß im Mittelalter diese Kunst durch Kreuzfahrer aus Damaskus in Gestalt des nach diesem Ort benannten Damaststuhles nach Europa kam. Nach einer Darstellung des Webeschuldirektors *Mark*, Großschönau, wurde die Damastweberei von zwei Brüdern namens *Lange* 1660 aus den Niederlanden in Groß-Schönau, der Wiege der deutschen Damastweberei, eingeführt. Der Musteraushub der Kette erfolgt durch ein eigenartiges von Hand betätiges Schnurwerk, „Harnisch"; das Vordergeschirr besteht aus Schäften, um das Grundgewebe zu erzeugen. Ist eine Doppelkette vorhanden, so geht der Damaststuhl in den Brokatwebstuhl über und es wird dann meist Gold- oder Silberlahn als Schuß verwendet. Die Kunst der Damastweberei mit Handzugstuhl, die lange streng geheim gehalten und bis etwa 1830 geübt wurde, kam allmählich fast in Vergessenheit. Um die Kenntnis dieser Webetechnik der Nachwelt zu erhalten, ist ein vollständig betriebfähiger Damaststuhl, der nach alten, erhalten gebliebenen Bauteilen hergestellt wurde, im Deutschen Museum aufgestellt worden, Abb. 37 rechts.

Abb. 33. Navajo-Weberin mit Gobelinteppichstuhl beim Schußeintrag

Der Webevorgang ist, wie aus der Zusammenstellung der Fachbildung zu ersehen ist, Abb. 30, folgender: Der „Zieher" (Webergehilfe) löst zwecks Musteraushubs der Kette für den Schußeintrag einen von einem Ring „Hornäugel" *a* zusammengehaltenen Latz *b* von der Latzenschnur *c* ab, trennt die Geleseschnüre (Zugkorden) *d* dem Muster entsprechend und schiebt in dieses so entstandene Semperfach einen starken runden Zugstab (Ziehknüttel) *e* ein; dadurch bewegt er zugleich die Geleseschnüre, die Rahmenkorden *f*, die Harnischkorden *g* mit den Harnischlitzen und die Kettenfäden *h* zum Musterfach. Hierauf betätigt der Weber einen Tritt des Vordergeschirrs, schießt einen Schuß mit dem Schützen ein, schlägt mit der Lade diesen an das Gewebe an, wechselt den nächsten Tritt, schießt den nächsten Schuß usf., bis die Zahl der erforderlichen Schüsse, z. B. 8 für einen achtbündigen Atlasgrund, eingetragen ist. Alsdann wird das Semperfach durch Herausziehen des Knüttels wieder geschlossen, der

Digitized by Google

Abb. 35. Gobelin-Webstuhl d. neuen Nymphenburger Gobelinmanufaktur

abgewebte Latz oben auf den Haken *i* gehängt, ein neuer Latz hochgezogen und das Spiel wiederholt. Die Geleseschnüre sind leicht lösbar mit Pech an den Rahmenkorden befestigt. Will man ein neues Muster weben, so brauchen nur die Geleseschnüre und die Latze ausgewechselt zu werden. Die Zahl der Latze hängt von dem Schußrapport ab, d. h. von der Zahl der Schüsse bis zur Wiederholung des Musters.

Dem Handzugstuhl ist der Kegel-, der Wellen- und Posamentierstuhl sehr ähnlich [27]).

Die mechanische Harnischweberei

Jacquard-Weberei. Es ist ein Nachteil des Handzugstuhles, daß ein besonderer „Zieher" erforderlich ist. Daher hat es nicht an frühzeitigen Versuchen gefehlt, den Kordenzug für die Musterfachbildung mechanisch ohne Latzenzieher auszuführen. Mechanische Vorrichtungen, bei denen der Kordenaufzug durch einen einzigen Tritt erfolgte, waren die Trommel-, die Leinwand- und die Stoß- oder Hochsprungmaschine. Diese Bauarten sind in abgeänderter Form lange als Hilfsmaschinen für den Schaftwebstuhl in Anwendung geblieben. Besondere Erwähnung verdient die Stoßmaschine, die bereits *Vaucanson* 1745 und davon unabhängig der Mechaniker *Waldhör* in Wien 1799 erfand [27]). (S. a. Zusammenstellung der Fachbildung, Abb. 31.)

Die Hand des Ziehjungen ist durch Hebestäbchen (Messer) ersetzt, die mit Fußtritten gehoben und gesenkt werden. Auf diesen Hebestäbchen oder Messern ruhen die hakenförmigen Stäbchen, Platinen, an denen die durch Gewichte belasteten Zugkorden mit Litzen (Harnisch) für die Kettfadenbewegung befestigt sind. Die Auswahl der zu hebenden Platinen bewirkt gesetzmäßig, entsprechend dem Gewebemuster, eine gelochte Musterwalze. Diese drängt beim Anstoß die Platinen ab, deren horizontale Platinennadeln auf ungelochte Stellen der Musterwalze treffen; die Platinen, deren Nadeln in ein Loch der Musterwalze eintreten können, bleiben unbehelligt auf dem Hebestab liegen. werden beim Hochgang des Hebestabkastens (Messerkastens) mitgenommen und so auch die daranhängenden Korden mit ihren Litzen und Kettfäden. Beim nächsten Schuß muß eine neue Lochreihe der Walze zum Anstoß gebracht werden.

Es leuchtet ein, daß der Schußrapport, d. h. die Größe der Schußzahl, bis zur Wiederholung des Musters von der Zahl der Lochreihen auf dem Umfang der Stoßwalze abhängig und daher sehr gering war. Für große und schwierigere Muster konnte also die Stoßmaschine den Zampel- oder Kegelstuhl, bzw. Ziehjungen nicht entbehrlich machen. Man brauchte vor allem Vorrichtungen mit mehr Stoßreihen.

Jacquard griff den von *Falcon* 1728 schon teilweise ausgeführten Gedanken, den mechanischen Musteraushub mit Stoßprisma und einer darauf angebrachten endlosen Kette von Pappkarten — je eine für jeden Schuß — zu bewirken, wieder auf. Er verband die *Falcon*sche Idee mit der von *Vaucanson*. Die Bewegung und Schaltung des Stoßprismas wird durch die Bewegung des Messerkastens bewirkt. Die Ausdehnung des Schußrapportes war fast unbegrenzt, da die für jeden Schuß erforderliche gelochte Musterkarte einen Ersatz für die Lochreihe der *Vaucanson*schen Stoßwalze darstellt und die einzelnen Karten zu Tausenden zu einer endlosen Kette befestigt werden konnten. Die Geschichte der Jacquard-Maschine wird am besten beleuchtet durch einen Bericht in den Annales des Arts et Manufactures 1808:

„Die Gesellschaft zur Aufmunterung der National-Industrie hatte einen Preis von Fr. 3000.— für einen Webstuhl ausgesetzt, welcher sich dazu eigne, alle Arten gemusterter Stoffe ohne Hilfe des Zuges darzustellen. Dieser Preis ist in der letzten Generalsitzung Herrn *Jacquard* in Lyon zuerkannt worden. Sein angenommener und seit länger als 2 Jahren in verschiedenen Fabriken in Gebrauch gekommener Webstuhl läßt keinen Zweifel über die Vorteile zu, die er verspricht. Dieser Webstuhl ist die glückliche Anwendung zweier sehr sinnreicher Mittel, welche die Kunstweberei ursprünglich *Falcon* und nach ihm dem berühmten *Vaucanson* verdankt. Für sich angewendet, trugen diese beiden Mittel zu demselben Zwecke bei, aber sie erreichten ihn nicht; verbunden mit der Intelligenz und den Vervollkommnungen *Jacquards*, bieten sie einen vollständigen Erfolg, welcher nicht mehr zu bestreiten möglich ist. Der Webstuhl, wovon *Jacquard* die Idee zu dieser Vereinigung geschöpft hat, ist derjenige von *Vaucanson*, welcher in den Sälen des Conservatoire des Arts et Métiers in Paris ausgestellt ist; er wurde schon seit langer Zeit durch Künstler und Fabrikanten, welche diese Anstalt besuchten, geprüft, aber niemals nachgeahmt, weil er sehr verwickelt zusammengesetzt ist.

Der Erfindungsgeist von *Jacquard* hat den nützlichen Punkt erfaßt und ihn mit Vorteil anzuwenden gewußt. Dies ist ein schlagender Beweis, daß eine aufgegebene Maschine die Idee zu einer neuen hervorrufen kann, sobald die Blicke des wahren Künstlers das Gute zu entdecken und mit Vorteil anzuwenden wissen.

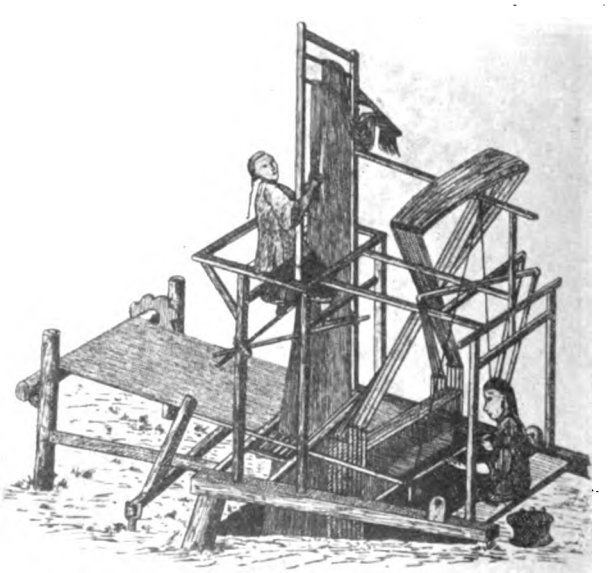


Abb. 36. Chinesischer Handzugstuhl mit dem „Zieher" auf dem Stuhl. Aus Dr. *Hugo Ephraim:* Mitteilungen des städtischen Museums für Völkerkunde, Leipzig 1905

[27]) *Kohl:* Geschichte der Jacquard-Maschine. Preisschrift des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes in Preußen. Berlin 1872.

Digitized by Google

Der Mechanismus, welchen er zum Ersatz der Latzenzieher erfunden, ist zusammengesetzt aus Haken (Platinen), an welchen die Korden der Harnischlitzen befestigt sind, welche die Schnürung des Stuhles ausmachen, ebenso, wie sie *Vaucanson* angewendet hat.

Die Litzenträgerhaken werden mittels eines eisernen Messers (Leiste) gehoben, welches an einem Gestell befestigt ist, das durch einen einzigen Fußtritt auf- und niederbewegt wird.

Mehrere Streifen, dem Muster entsprechend, durchlöcherter Pappe sind mit ihren Enden zu einer Kette ohne Ende verbunden. Diese Karten sind über ein Prisma gegenüber den Nadeln im oberen Teile der Maschine aufgelegt. Ist die Maschine in Ruhe, so sind alle Litzenhaken geradestehend und ruhen auf dem Messer, welches sie zusammen oder einzeln aufhebt. Aber jedesmal, wenn der Arbeiter seinen Tritt niedertritt, setzt er die Karten in Bewegung, welche, da sie an einigen Stellen durchlöchert und an andern voll sind, die Haken, welche die Litzen tragen, zurückstoßen oder an ihrem Platze lassen, so daß nur die Fäden der Kette, die mit den Haken in Verbindung stehen, die nicht aus dem Bereich der Messer zurückgedrängt worden sind, für den Durchgang des Schützen gehoben werden.

Durch dieses Mittel kann jeder Arbeiter von gewöhnlicher Fähigkeit mit Leichtigkeit und Genauigkeit alle Arten Muster einlesen, so daß man in einer Stunde dieselbe Arbeit verrichten kann, welche bei dem alten Verfahren mehrere Tage erforderte.

Jacquard hat die gestellten Bedingungen erfüllt und durch Zeugnisse bestätigt, daß seine neue Maschine in mehreren Fabriken angewendet wird und den Vorzug vor den alten erhalten hat. Er hat für diese Tatsache beigebracht:

1. „Zwei Briefe vom 28. Juni 1806 und 3. Mai 1807 von dem Sekretär der Handelskammer zu Lyon, durch welche man ihn benachrichtigt, daß Se. Exzellenz der Minister es bestätigt hat, ihm die Prämie von 50 Fr. zu bezahlen, welche er durch die Freigebigkeit Sr. Majestät des Kaisers für jeden der Stühle erhalten hat, welche er den Fabriken liefern würde, und daß die nötigen Mittel zu seinen Gunsten angewiesen worden sind, ihm 51 dieser Prämien zu bezahlen.

2. Sechs Erzeugnisse von Lyoner Fabrikanten aus den Jahren 1807 bis 1808, welche bestätigen, daß seine Maschinen die Latzenzieher entbehrlich machen und mit Vorteil angewendet werden.

3. Mehrere Proben von Seidenstoff mit einem aus 3800 Latzen (Karten) zusammengesetzten Muster, das von einem Arbeiter mit 2 Tritten mit Leichtigkeit hergestellt werden kann."

Charles Marie Jacquard, Abb. 38, wurde am 7. Juli 1752 zu Lyon geboren, wo sein Vater in einer Seidenkunstweberei als Werkmeister tätig war. Er hatte das Buchbindergewerbe erlernt, widmete sich aber nach dem Tode seines Vaters der Musterweberei. Während der Revolution beteiligte er sich an verschiedenen Kämpfen. Hierauf kehrte er 1796 nach Lyon zurück und suchte mit finanzieller Unterstützung einiger einsichtsvoller Gönner seinen Plan zur Ausführung einer Hilfsmaschine für die Musterweberei zu verwirklichen. Das Ergebnis seiner Bemühungen war die Erfindung einer Latzenzugmaschine im Jahre 1801, die eine vielseitige Einführung in Lyoner Fabriken erfuhr, aber nicht identisch ist mit seiner erst später erfundenen, nach ihm benannten Jacquard-Maschine. Das später infolge eines Preisausschreibens glücklich gelöste Problem der Erfindung einer Maschine zur Herstellung von Fischernetzen erregte so großes Aufsehen, daß *Napoleon* den Befehl erteilte, daß *Jacquard* sofort nach Paris kommen solle. Dort wurden ihm 1804 die große goldene Medaille und 3000 Fr. zuerkannt, und zugleich eine Anstellung im Conservatoire des Arts et Métiers in Paris.

Hier verbesserte und erfand er eine Reihe von Maschinen und namentlich solche für Weberei und Bandfabrikation. Hier sah er auch die für die Musterweberei bestimmte Maschine des durch seine Automaten berühmten Mechanikers *Vaucanson*. Die Behauptung, daß nur Überbleibsel hiervon noch vorhanden waren, dürfte nicht rich-

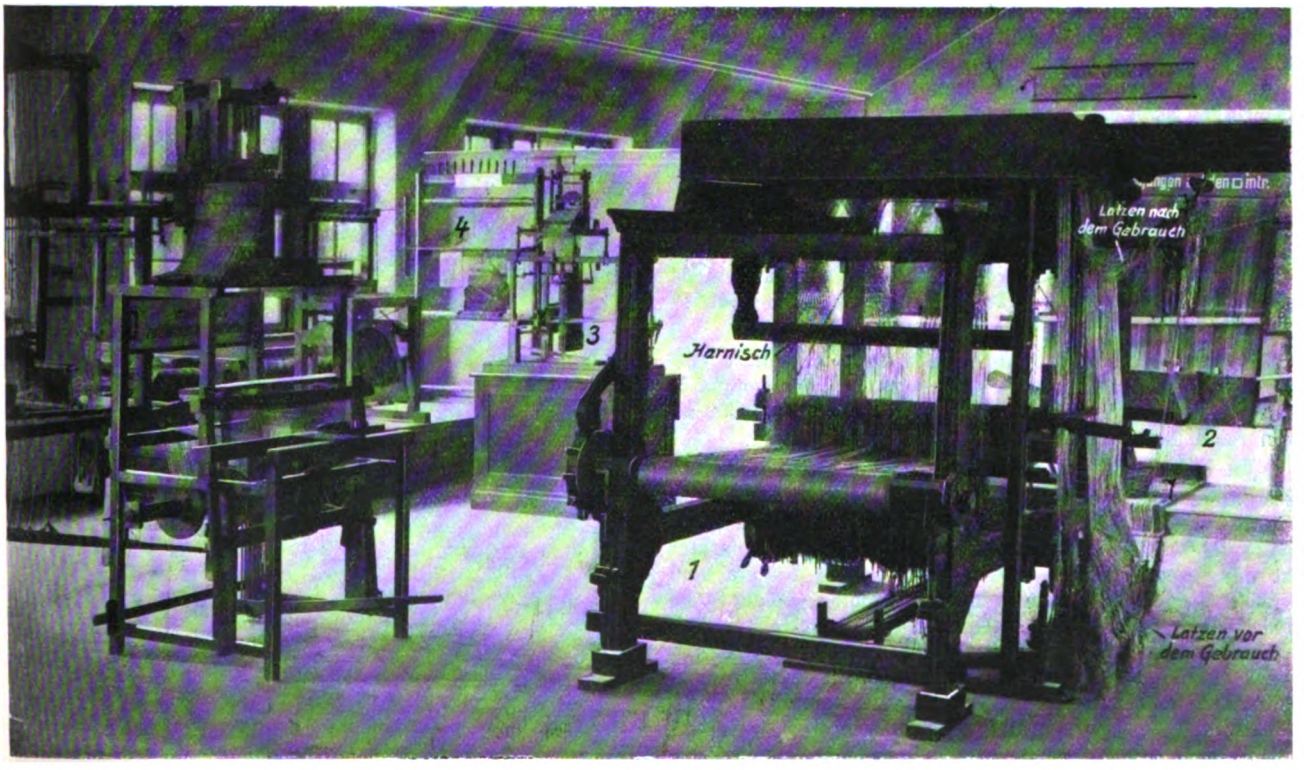


Abb. 37. Blick in den Raum für Kunstweberei im Deutschen Museum 1. Handzugstuhl mit Harnisch 2. Knüpfstuhl 3. Jacquard-Damaststuhl 4. schwedischer Hautelisse-Gobelinstuhl

Digitized by Google

Abb. 38. *Joseph Marie Jacquard*
geb. 7. Juli 1752 in Lyon
gest. 7. Aug. 1834 in Quillins bei Lyon

tig sein, da ich in diesem Museum bei meinem Besuch im Jahre 1912 einen vollständigen Musterwebstuhl mit *Vaucanson*schen Stoßwalzen ausgerüstet sah. Es ist aber anzunehmen, daß dieser erst wieder von *Jacquard* vervollständigt wurde.

Beim Studium dieses Webstuhles erkannte der Scharfblick *Jacquards* sofort seine Vor- und Nachteile und gewann so die Grundlage für die von ihm dauernd mit seinem Namen verknüpften „Jacquard-Maschinen". *Jacquard* wurde 1804 von seiner Vaterstadt zurückberufen, um die Leitung der Arbeiten in einem Arbeitshause zu übernehmen. Hier beschäftigte er sich mit der Vollendung seiner Haupterfindung, die er schon 1806 zur Einführung zu bringen suchte.

Entscheidend für die rasche Verbreitung seiner Maschinen war ein Dekret, das *Napoleon* 1806 in Berlin erließ, wonach die Stadt Lyon ermächtigt wurde, die Patentrechte von *Jacquard* zu erwerben gegen Vergütung einer Jahresrente von Fr. 3000.—. *Jacquard* hatte die Genugtuung, daß noch vor seinem Tode im Jahre 1834 allein in Lyon 30 000 Jacquard-Maschinen in Betrieb waren.

Seitdem hat die Jacquard-Weberei eine ungeahnte Verbreitung über den ganzen Erdball gefunden. Die Jacquard-Maschinen kommen in erster Linie für Massenfabrikation von reich gemusterten Geweben in Betracht.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die eine Umgestaltung des Musterkartensystems bezweckten, z. B. der älteste Versuch von *Bonelli*-Turin mit einem elektrischen Webstuhl[28]). Die Einrichtung des *Bonelli*schen Apparates ist im wesentlichen folgende: Platinen und Nadeln sind wie bei der gewöhnlichen Jacquard-Maschine. An der Stelle des Prismas befindet sich vor den Nadeln ein Gehäuse mit Elektromagneten, die die Nadeln anziehen können. Hierzu dient ein Metallzylinder mit einem die Elektrizität nicht leitenden, teilweisen Harzüberzug als Musterwalze.

[28]) *Kohl, Friedr.:* Geschichte der Jacquard-Maschine, 1872. S. a. *Reiser:* Handbuch der Weberei II über direkte elektrische Übertragung speziell präparierter Zeichnungen auf die Jacquard-Maschine, sowie „Siegeslauf der Technik", Bd. II, 1890.

Bemerkenswert sind die Versuche, auf photographisch-elektrischem Wege, wie beim elektrischen Damaststuhl von *Carver*, zum Ziele zu kommen. Der *Carver*sche elektrische Damaststuhl arbeitet mit einer elektrisch leitenden Patrone, auf die eine Musterzeichnung, die als Lichtpause hergestellt wird, als nichtleitender Überzug übertragen wird. Von besonderem Erfolge begleitet waren die Bemühungen von *Verdol*, der ein Landsmann *Jacquards* ist. Ihm gelang es, eine um ein Drittel billigere und sehr viel leichtere Papierpappe durch eine Anordnung eines Nadelvortasters zu verwenden.

Das Original des ersten Jacquard-Webstuhles befindet sich im Conservatoire des Arts et Métiers in Paris; im Deutschen Museum ist eine Nachbildung aufgestellt.

Mit der Einführung der mechanischen Weberei ist natürlich auch die ursprünglich hölzerne Jacquard-Maschine für den Handwebstuhl in vollkommener Weise in Eisen ausgeführt worden, Abb. 39. Dagegen wird noch vereinzelt, z. B. in der Münchener Seidenkunstweberei vormals *Gerdeisen*, heute noch die Jacquard-Weberei für die Herstellung alter Damast- und Brokatmuster in der ursprünglichen Weise mit Handwebstühlen ausgeübt.

Es ist versucht worden, in allgemein technologischer Hinsicht die Entwicklung der Weberei in knapper Form klarzulegen. Auf einzelne, durch die Eigenart verschiedener Sondergebiete der Weberei bedingte Abarten näher einzugehen, verbot der Rahmen dieser Arbeit. Auch die großen Fortschritte auf dem Gebiet der Webereivorbereitung, die eine so schnelle Entwicklung der mechanischen Weberei erst ermöglichten, konnten nicht behandelt werden.

Wie schon in der Spinnerei, so sahen wir auch in der Gebrauchsweberei, daß die Baumwolle das erste Ziel weitgehendster Automatisierung war hinsichtlich ihrer Verarbeitung zu Massenfabrikaten, während in der Musterweberei diese Rolle der Seide zufiel. Wir sahen ferner, wie weitgehend bereits die Webetechnik die von *Aristoteles* vor zwei Jahrtausenden traumhaft empfundenen Vorbedingungen für eine glückliche Daseinsform der Menschheit erfüllt hat, die in seinem Ausspruch enthalten sind: „Wenn Meißel und Weberschiffchen sich von selbst bewegten, würde die Sklaverei nicht möglich sein!"

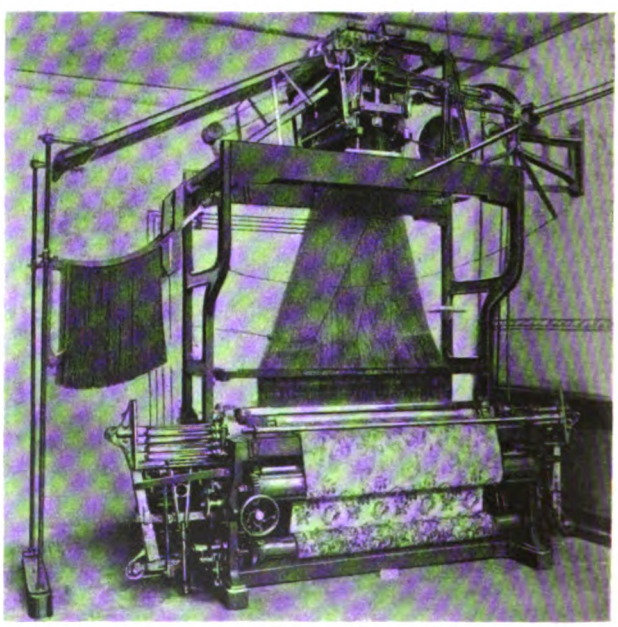


Abb. 39. Mech. Jacquard-Webstuhl für gemusterte Möbelstoffe mit Schußwechsel von der Sächs. Maschinenfabrik *Richard Hartmann* A.-G. Chemnitz

Digitized by Google

Literaturübersicht

Schreber, D. G.: Schauplatz der Künste und Handwerke. Leipzig 1766.
Duhamel du Monceau-Schreber: Die Kunst, türkische Tapeten zu weben. Leipzig 1768.
Sprengel, P. N.: Handwerke und Künste. Berlin 1775.
Baines, E.: History of the cotton manufacture in Great Britain. London 1835.
Ure-Hartmann: Praktisches Handbuch des Baumwoll-Manufaktur-Wesens. Weimar 1837.
Gilroy, Falcot u. *White:* Handbuch der Webkunst mit Atlas. Weimar 1847.
Grothe, Dr. Herm.: Die Spinnerei, Weberei und Appretur auf der Weltausstellung. Paris 1867, Berlin 1868.
— Geschichte vom Spinnen, Weben und Nähen. Berlin 1875.
— Die Industrie Amerikas und ihre Geschichte. Weltausstellung Philadelphia. Berlin 1877.
Karmarsch: Geschichte der Technologie. München 1872.
Kohl, Friedr.: Geschichte der Jacquard-Maschine, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen. Berlin 1872.
Karmarsch-Müller: Handbuch der Weberei. Leipzig 1896.
Braulik, August: Altägyptische Gewebe und Webstühle. Stuttgart 1900.
Mason: Primitive frame for weaving narrow fabriks Smithsonian Institution. Washington 1901.
Johannsen, Otto: Handbuch der Baumwollspinnerei, Rohweißweberei. Leipzig 1902.
Ephraim, Dr. Hugo: Entwicklung der Webtechnik und ihre Verbreitung außerhalb Europas. Leipzig 1905.
Reiser: Handbuch der Weberei. Leipzig 1906.
Draper Comp.: Labor Saving Looms. Hopedale Mass. U.S.A. 1907.
Kimakowicz-Winnické: Spinn- und Webwerkzeuge, Entwicklung und Anwendung in vorgeschichtlicher Zeit Europas. Würzburg 1911.
Baum: Baumwollspinnerei und Weberei und ihre bautechnische und maschinelle Entwicklung. Berlin 1913.
Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie. Nr. 38. Leipzig 1916.
Johl, Karl Herm.: Dissertation (Universität Kiel): Die Webstühle der Griechen und Römer. Verlag: Noske, Borna-Leipzig 1917.
Neuburger, Dr. Albert: Die Technik des Altertums. Leipzig 1919.
Sächs. Webstuhlfabrik Louis Schönherr, Chemnitz: Denkschrift 1852—1927. Chemnitz 1927.
Sächs. Maschinenfabrik Rich. Hartmann, Chemnitz: Webgeschichtl. Auszüge. Chemnitz 1927.

Digitized by Google

AUS DER GESCHICHTE DER AMERIKANISCHEN WERKZEUGMASCHINEN

Von Prof. J. W. Roe. Deutsch von Dipl.-Ing. H. Wagemann

In seinem Werk „English and American Tool-Builders“ [1]) (Englische und amerikanische Werkzeugmaschinenbauer) gibt Professor *Roe* an der Universität New York, eine Reihe von Bildern aus der Geschichte der Werkzeugmaschinen, die sich in ihren Anfängen ja hauptsächlich in England und Amerika entwickelt haben. Das Lebenswerk von Männern wie *Maudslay, Fairbairn, Nasmyth, Whitworth, Whitney, Colt*, um nur einige zu nennen, die die Träger dieser Entwicklung waren, zieht an uns in 20 sehr anregend geschriebenen und reich illustrierten Kapiteln vorüber, und gibt uns ein umfassendes Bild von der Geschichte der Werkzeugmaschinen von den ersten Anfängen an, die bis ins 16. Jahrh. zurückreichen, bis auf unsere Zeit. Die hier wiedergegebenen beiden Kapitel, die die Überschrift tragen: „Die ersten amerikanischen Maschinenbauer“ und „Die Entstehung des Austauschbaues“ sind diesem Buch entnommen und werden hier mit Genehmigung des Verfassers in deutscher Fassung veröffentlicht.

Die ersten amerikanischen Maschinenbauer

Der Ausdruck „Yankee ingenuity“ — erfinderisch wie ein Yankee — ist in der englischen Sprache beinahe zu einem geflügelten Wort geworden. Zwar wird heutzutage niemand mehr behaupten, daß alle guten Mechaniker und Maschinenbauer der Vereinigten Staaten aus dem engeren Yankeeland, d. h. den Neu-England-Staaten, stammen, doch gab es eine Zeit, wo das fast ausschließlich der Fall war und die Bezeichnung „Maschinenbauer aus Neu-England“ im ganzen Land eine bestimmte Vorstellung erweckte.

Die industrielle Entwicklung in den Neu-England-Staaten setzte erst spät ein; nachdem sie aber einmal ihren Anfang genommen hatte, machte sie schnelle Fortschritte. Bis zum Jahre 1800 arbeiteten die dortigen Mechaniker lediglich für den heimischen Bedarf, und es gab dort wenig oder gar keine Industrie im heutigen Sinne des Wortes. Nach der Jahrhundertwende aber entwickelte sich die Industrie mit Riesenschritten, so daß die Neu-England-Staaten im Jahre 1850 nicht nur die Vereinigten Staaten mit fast allen ihren Industrieerzeugnissen belieferten, sondern auch anfingen, Maschinen und Werkzeuge nach England, dem Stammlande der Werkzeugmaschinen, auszuführen. Während fünf Generationen war von einem Einfluß der amerikanischen Maschinenbauer auf die europäische Industrie wenig oder nichts zu merken, dann aber machte die Entwicklung im Laufe von 50 Jahren solche Fortschritte, daß Amerika in den Wettbewerb mit Europa eintreten konnte.

Die Gründe hierfür waren verschiedener Art. Die Maschinenindustrie gebraucht notwendig ein großes Absatzgebiet, denn kein einzelnes Gemeinwesen, auch nicht eine moderne Großstadt, kann einem großen Industrieunternehmen genügend Beschäftigungsgelegenheit verschaffen. Der Maschinenbau kann nur in einem Lande mit geordneten Verhältnissen, großer Kaufkraft und guten Transportgelegenheiten blühen. In Amerika fehlten damals alle diese Voraussetzungen. Die Ansiedler lebten im Lande verstreut und waren arm. Es gab so gut wie keine Möglichkeiten, schwere Gegenstände zu befördern, wenigstens nicht auf den Landwegen. Die Maschinenbauer und Mechaniker waren zwar in vielen Fällen erfinderische Köpfe, die ihr Handwerk vorzüglich verstanden, aber es standen ihnen wenig Rohstoffe zur Verfügung, und sie konnten ihre Erzeugnisse nur an ihre nächste Umgebung absetzen. Jede Spezialisierung oder Verfeinerung war daher von vornherein ausgeschlossen.

Die zweite Ursache der verspäteten Entwicklung ist in der Industriepolitik zu suchen, die England gegenüber seinen amerikanischen Kolonien verfolgte. Kaum hatten die Kolonisten in der neuen Heimat Fuß gefaßt, so zeigten sie so viel Unternehmungslust und industrielle Selbständigkeit, daß die Besorgnisse der englischen Industrie wachgerufen wurden. Das erste Eisen aus englischen Kolonien kam ungefähr 1718 aus Virginia und Maryland nach England [2]). In welchem Umfang die Einfuhr in den nächsten Jahren fortgesetzt wurde, ist nicht bekannt. Sie war aber groß genug, um den Neid der englischen Eisenhüttenleute zu erregen; denn obwohl England über genügend Eisenerze verfügte, machte sich ein ernstlicher Mangel an Holz, dem damals zur Eisenaufbereitung benutzten Brennstoff, bemerkbar. Die Eisenhüttenbesitzer im Mutterlande erkannten, daß der Überfluß an Eisenerzen, Brennstoffen und Wasserkraft in den Kolonien für sie eine bedrohliche Konkurrenz darstellte; sie setzten daher dem Anwachsen jeder Industrie in den Kolonien den stärksten Widerstand entgegen. Die Folge war, daß die Erzeugung von Roheisen und Eisenbarren (Knüppeln), sowie von Eisenwaren jeder Art in Schmieden und anderen Werkstätten verboten wurde. Trotz dieser Maßnahmen meldet ein im Jahre 1731 dem englischen Unterhaus vorgelegter Bericht über die Industrie in den Kolonien, daß sich in Neu-England 6 Hochöfen, 19 Schmieden, ein Schneidwerk und eine Nagelfabrik befanden [3]). Diese hätten aber nur einen Bruchteil der Erzeugnisse herstellen können, die für den Bedarf des eigenen Landes nötig waren.

In den folgenden Jahren, bis 1737, machte sich aber eine starke Bewegung bemerkbar, die darauf hinzielte, die Einfuhr von amerikanischem Eisen nach England zu fördern, und Eingaben in diesem Sinne wurden dem englischen Parlament vorgelegt. Zu jener Zeit führte England ungefähr 20 000 t Eisen ein, davon 15 000 t aus Schweden und 5000 t aus Rußland, die zum größten Teil in bar bezahlt wurden [4]). Es wurde geltend gemacht, daß die Einfuhr des Eisens aus den Kolonien mit britischen Erzeugnissen bezahlt werden könnte, was eine jährliche Ersparnis von 180 000 £ bedeuten würde. In England wurden damals jährlich rd. 180 000 t Eisenbarren (Knüppel) erzeugt: und wegen des Holzmangels war es ausgeschlossen, diese Menge wesentlich zu erhöhen. Falls man also die Ausfuhr von Roheisen und Eisenbarren aus Amerika unterstützte, so wurde dargelegt, hätte man damit das beste Mittel in der Hand, um in Amerika die Entwicklung anderer Industrien, die mit der englischen in Wettbewerb treten könnten, zu unterbinden. Deshalb wurde vorgeschlagen, alle aus dem europäischen Kontinent nach Amerika eingeführten Eisen- und sonstigen Industrieerzeugnisse sowie alles nichtamerikanische Eisen, das

[1]) „English and American Tool-Builders“ by Joseph Wickham Roe, New York und London 1926, 315 S.

[2]) *Bishop, J. L.*: „History of American Manufactures“. Philadelphia 1868. Bd. 1, S. 625.

[3]) Ebenda, S. 623.

[4]) Ebenda, S. 623.

Digitized by Google

nach England eingeführt würde, mit einem hohen Zoll zu belegen. Diese Ansichten drangen durch und wurden 1750 in einem Gesetz festgelegt, das folgende Überschrift trug: „Ein Gesetz zur Förderung der Einfuhr von Roheisen und Eisenbarren aus den amerikanischen Kolonien Seiner Majestät". In diesem Gesetz wurde festgelegt, daß in den britischen Kolonien in Amerika erzeugtes Roheisen, ebenso Eisenbarren zollfrei nach England in den Hafen von London eingeführt werden könnten. Die eingeführten Barren durften aber nicht längs der Küste befördert oder in einem anderen Hafen als London ausgeladen werden, außer wenn sie für den Verbrauch der Werften Seiner Majestät bestimmt waren. Sie durften auch auf keinen Fall weiter als zehn (engl.) Meilen (15 km) über London hinaus befördert werden [5]). Ein weiterer Paragraph wurde in das Gesetz aufgenommen, der jede industrielle Weiterentwicklung verhindern sollte. Es wurde verfügt, daß „vom 24. Juni 1750 ab keine Werkstatt oder Maschine für das Schneiden und Walzen von Eisen oder eine Blechschmiede mit einem Schwanzhammer oder irgendein Hochofen zur Herstellung von Stahl in den amerikanischen Kolonien S. M. errichtet oder nach Errichtung weiter benutzt werden dürfe". Die Übertretung war mit einer Strafe von 200 £ zu ahnden [6]). Dieser Versuch, das Aufleben der Industrie in den Kolonien zu unterdrücken, und die hartnäckige Durchführung in der Folgezeit waren letzten Endes die Ursachen der Revolution von 1776.

In den Jahren zwischen 1730 und 1750 wurden jährlich 2300 t Eisenbarren aus Amerika eingeführt, von denen 90 vH aus Maryland und Virginia kamen und nicht ganz 6 vH aus Pennsylvanien. Auch in den Neu-England-Staaten und in New York wurde zu dieser Zeit Eisen erzeugt, aber zum größten Teil für den eigenen Bedarf verbraucht. Dadurch erklärt sich der kleine Anteil, den diese Staaten damals an der Ausfuhr hatten. Die Eisenhüttenbesitzer Mittelenglands lehnten sich gegen das Gesetz auf und prophezeiten den vollständigen Ruin der englischen Eisenindustrie. Sie behaupteten, daß England bald von den Kolonien abhängig sein und Tausende von englischen Arbeitern in Not und Elend geraten würden. Das amerikanische Eisen könne niemals das schwedische an Qualität oder das russische Eisen an Billigkeit ersetzen, und deshalb würde die Werkzeugfabrikation brachgelegt und zahlreiche Familien an den Bettelstab gebracht werden.

Im Gegensatz hierzu stellten sich die Fabrikanten von Birmingham in einer Eingabe an das Parlament auf den Standpunkt, daß das Gesetz sowohl für den englischen Handel als auch für die Kolonien von Vorteil sei, da diese ihre Rohstoffe gegen britische Erzeugnisse eintauschen würden; es sei für das Land weit nützlicher, anstatt Rohstoffe zu erzeugen, diese zu verarbeiten und hochwertige Fertigfabrikate zu liefern. Da, so führten sie weiter aus, das Eisen im Lande selbst nicht in solchen Mengen und zu so niedrigen Preisen hergestellt werden könne, um den ganzen Bedarf der Industrie zu decken, wäre es die Pflicht des Parlaments, die Einfuhr von Rohstoffen zu fördern, selbst wenn dadurch deren Erzeugung in England lahmgelegt würde. Die Einfuhr von Eisen aus Amerika würde die Eisenwerke im Mutterland aber ebensowenig schädigen können wie die Einfuhr der gleichen Menge aus irgendeinem anderen Lande, zudem betrage die Inlanderzeugung weniger als die Hälfte der erforderlichen Mengen, und sie werde ständig teurer. Die zunehmende Ausbreitung der englischen Industrie ließe es aber immer notwendiger erscheinen, die Rohstoffe zu den niedrigsten Preisen zu beziehen; die einzige Möglichkeit, das zu erreichen, bestehe darin, entweder den Zoll auf kontinentales Eisen zu ermäßigen oder die englischen Eisenproduzenten zu einer Herabsetzung ihrer Preise zu zwingen, indem man einen Konkurrenten in Amerika großzöge. Anderseits befürworteten die Birminghamer Fabrikanten eifrigst das Verbot jeder Verarbeitung der Rohstoffe, da dies den englischen Fabrikanten Konkurrenz machen könnte. Die Kaufleute von Bristol wiederum forderten zollfreie Einfuhr des amerikanischen Eisens nicht nur für den Hafen von London sondern auch für alle anderen Häfen S. Majestät. Die Verhandlungen hierüber zogen sich bis in das Jahr 1757 hin, dann wurde die Einfuhrerlaubnis auch auf die anderen Häfen in Großbritannien ausgedehnt [7]).

Infolge des Gesetzes von 1750 stieg die Einfuhr auf 3250 t, von denen noch immer 94 vH aus Maryland, Virginia und Pennsylvanien kamen. Beinahe alles in den Neu-England-Staaten erzeugte Eisen wurde dort verbraucht, da trotz der Verbote des Mutterlandes kleine lokale Fabrikationsunternehmungen emporwuchsen, sogenannte „moonshine iron works" [8]). In der ersten Zeit stammte das in den Neu-England-Staaten erzeugte Eisen aus den Moorerzbezirken im östlichen Massachusetts und Rhode Island. In den Jahren zwischen 1730 und 1760 wurden bessere Bergwerke in der Nähe von Salisbury (Connecticut) und in Orange County (New York) eröffnet, so daß die Eisenerzeugung in den Sumpfbezirken allmählich abnahm.

Mit der Revolution fand die gesetzliche Kontrolle Englands über den Handel und die Industrie Amerikas ihr Ende. Der Krieg selber schuf einen Markt für Heereslieferungen, und es wurden viele Kanonen und Gewehre hergestellt. Allerdings wurden viele der in der Kriegszeit errichteten Fabriken durch die Masseneinfuhr, die der Revolution folgte, zu Grunde gerichtet. Im Jahre 1789 trat die heute noch bestehende Form der Bundesregierung an Stelle der unzulänglichen Konföderation, die es den einzelnen Staaten überlassen hatte, ihre Industrien zu schützen, und die Einfuhr von Industrieerzeugnissen wurde mit Zoll belegt. Jetzt, wo die alten Einschränkungen nicht mehr bestanden und eine auswärtige Konkurrenz zum größten Teil ausgeschaltet war, entstanden zahlreiche Industrieunternehmungen in allen Teilen des Landes.

Noch ein dritter Umstand beschleunigte die Entwicklung in dieser Zeit. Nachdem *Whitney* im Jahre 1792 die Baumwoll-Entkörnmaschine erfunden hatte, setzte eine ungeheure Baumwollerzeugung ein. Der Süden, der keine Industrie besessen hatte, wurde nicht nur ein reiches Lieferungs- sondern auch ein bedeutendes Absatzgebiet, das auch mit Küstenfahrzeugen leicht zu erreichen war. Die Anfänge der Industrie in den Neu-England Staaten fallen mit dem Anwachsen der amerikanischen Baumwollpflanzungen zusammen, und die Mehrzahl der ersten Maschinenfabriken wurde für den Bau von Textilmaschinen errichtet.

England, dessen gesetzliche Maßnahmen zu Beginn des amerikanischen Handels Fehler über Fehler darstellten, beging einen neuen und sehr ernsten im Jahre 1785. In diesem Jahre nahm das Parlament ein Gesetz an, das bei strengen Strafen die Auswanderung von Mechanikern und Arbeitern aus dem Eisen- und Stahlfach verbot und ebenso die Ausfuhr jeder Art von Werkzeugen, Maschinen oder Teilen von Maschinen, die für die Herstellung und Verarbeitung von Eisen und anderen Werkstoffen in Frage kamen. Auch die Ausfuhr von Modellen und Zeichnungen solcher Maschinen wurde verboten [9]). England war zu jener Zeit das am weitesten fortgeschrittene Land auf dem Gebiet des allgemeinen Maschinen-, Werkzeug- und Textilmaschinenbaus, und man hoffte, durch dieses Gesetz England auch weiterhin die führende Stellung zu sichern. Aber soweit Amerika in Betracht kam wurde das Gegenteil erreicht. Es konnte nicht ausbleiben, daß Mechaniker wie *Samuel Slater* und *William*

[5]) *Bishop*, a. a. O. S. 624.
[6]) Ebenda, S. 624/25.
[7]) *Bishop*, a. a. O. S. 626/27.
[8]) Im geheimen betriebene Eisenwerke; der Ausdruck „moonshine" entspricht etwa unserem „schwarz", wie in Schwarzhörer, Schwarzbrennerei u. ä. D. Übers.
[9]) *Bishop*, a. a. O. S. 630.

Digitized by Google

Crompton das Land trotz des Verbotes verließen und mit ihnen ihre Ideen. Das Gesetz hatte nur den Erfolg, eine Generation geschickter Mechaniker in Amerika anzuspornen, unabhängig von England eigene Werkzeugmaschinen, Textilmaschinen usw. zu entwickeln; anstatt sich also Maschinen in England zu kaufen, wie das sonst wohl natürlich gewesen wäre, baute sich jetzt Amerika diese selber.

Einer der ersten amerikanischen Mechaniker war *Joseph Jenks*, der ungefähr im Jahre 1642 aus Hammersmith, England, nach Lynn, Massachusetts, auswanderte und 1683 starb. Mit der Unterstützung des Gouverneurs *Winthrop* baute er eine Eisengießerei und eine Schmiede in der Nähe einer Abbaustelle für Sumpferze. Der allererste Versuch, in Amerika ein Eisenwerk zu errichten, war in Virginia mehr als zwanzig Jahre vorher in der Ansiedlung Jamestown gemacht worden. Kurz nach seiner Fertigstellung wurde es aber bei der Zerstörung der Ansiedlung mit vernichtet; in den nächsten hundert Jahren unternahm man in Virginia keinen weiteren Versuch, Eisen zu erzeugen [10]).

Seit der Errichtung der kleinen Schmiede und Gießerei in Lynn ist bis zum heutigen Tage keine Unterbrechung in der Ausbreitung der Eisenindustrie in den Vereinigten Staaten eingetreten. Die Schmiede war auf den Ländereien von *Thomas Hudson* errichtet worden, der ein Verwandter des Forschungsreisenden *Hendrick Hudson* war. *Jenks* war „der erste Gießer, der auf dem westlichen Kontinent mit Eisen und Messing arbeitete. Er fertigte die ersten Modelle und ersten Gußstücke von vielen Haushaltungsgegenständen und Werkzeugen an“ [11]). Sein erstes Gußstück soll ein eiserner Quarttopf [12]) gewesen sein.

In den aus der damaligen Kolonialzeit überlieferten Berichten wird *Jenks'* vielseitige Tätigkeit während der nächsten Jahre des öfteren erwähnt. Er fertigte die Prägestöcke für das damalige Geld des Staates Massachusetts an, u. a. auch für den berühmten „Fichtenbaum-Schilling“ [13]). Im Jahre 1646 beschloß der Oberste Gerichtshof von Massachusetts, einer Eingabe *Joseph Jenks'* stattzugeben, in der er um die Berechtigung bat, seine Fähigkeiten und Erfindungen zur Anfertigung von Maschinen für Werke auszunützen, die mit Wasserkraft betrieben werden sollten, um eine Beschleunigung der Arbeit herbeizuführen; ferner um die Berechtigung zur Anfertigung von Sensen und anderen Schneidwerkzeugen vermittels einer neuerfundenen „Sägemaschine“ zur billigeren Herstellung dieser Gegenstände. Diese Erlaubnis wurde ihm für einen Zeitraum von vierzehn Jahren gewährt, in dem kein anderer das Recht haben sollte, ähnliche Erfindungen auszunützen [14]). Im Jahre 1655 erhielt er ein Patent des Staates Massachusetts auf eine Sense. Seine Verbesserung bestand darin, daß er sie lang und dünn ausführte, statt kurz und dick, wie die damaligen englischen Vorbilder, und daß er durch Anschweißung eines Eisenstückes den Rücken verstärkte. Dieses Verfahren ist dann allgemeiner Brauch geworden, und auch die Schneide ist bis auf den heutigen Tag ohne wesentliche Veränderungen so geblieben, wie er sie zuerst anfertigte [15]). *Jenks* baute für die Stadt Boston die erste Feuerspritze, die in den Vereinigten Staaten verwendet wurde, und stellte auch Maschinen zum Ziehen von Draht her. Es scheint, daß *Jenks* auch noch an einem anderen Eisenwerk, das in den Jahren 1645 bis 1650 in Braintree errichtet wurde, beteiligt war.

Im Jahre 1652 wurde von den *Leonards* in Raynham ein Eisenwerk errichtet. Diese waren ungefähr zur gleichen Zeit wie *Jenks* aus England eingewandert und hatten auch in Lynn gearbeitet [16]). Alle Mitglieder der Familien *Jenks* und *Leonard* waren Mechaniker. Es war sprichwörtlich geworden, daß, wo immer man auf einen *Leonard* stieß, man einen Mechaniker traf. Die Familie *Jenks* ist eine ausgesprochene Fabrikantenfamilie geblieben von den Tagen des *Joseph Jenks* bis in die heutige Zeit.

Die Grenzbezirke von Rhode Island und Massachusetts an den oberen Gewässern der Narragansett-Bai wurden durch ihre Eisenerzeugung und -verarbeitung berühmt. Ein junger Schotte, *Hugh Orr*, siedelte sich um 1738 in Bridgewater an. Er war ein Pionier auf dem Gebiete der Fabrikation von Schneidwerkzeugen und soll den Schwanzhammer in den Vereinigten Staaten eingeführt haben. „Während einer Anzahl von Jahren war er der einzige Fabrikant von Schneidwerkzeugen in diesem Teil der Vereinigten Staaten, und die Schiffszimmerleute, Mühlenbauer usw. bestellten ihren Bedarf immer wieder bei ihm. Und so groß war sein Ruhm, daß Bestellungen auf Neuhärtung einer Axt, eines Bohrers oder eines Breitbeils öfters sogar aus Entfernungen von zwanzig (engl.) Meilen an ihn ergingen.“ Im Jahre 1748 fertigte er 500 Gewehre mit Zubehör für die Provinz an, die ersten, die in Amerika hergestellt wurden. Während der Revolution goß er Kanonenrohre und bohrte sie aus. Nach dem Kriege bis zu seinem Tode im Jahre 1798 baute er Baumwollmaschinen. Er erreichte ein Alter von 82 Jahren. *Weeden* hält *Hugh Orr* für den „vielleicht hervorragendsten amerikanischen Eisenfabrikanten“ des achtzehnten Jahrhunderts. Sein Sohn, *Robert Orr*, war auch ein geschickter Mechaniker und einer der ersten Büchsenmachermeister des Springfield-Arsenals [17]).

Ein anderer Pionier in dieser Gegend war *Joseph Holmes*. Es wird von ihm gesagt, daß er mehr als 3000 t Eisen aus Sumpferzen gefertigt habe und das „Holmes-Eisen“ zur Herstellung von Schiffsankern war berühmt. Auch er stellte viele von den in der Revolution verwendeten Kanonen her [18]). Der Hope-Ofen in Scituate, Rhode Island, der lange Jahre sehr berühmt war, wurde von *Daniel Waldo* um 1735 in Betrieb genommen [19]). Im Jahre 1740 oder 1742 war in Milton, Mass., ein Nagelwerk in Betrieb. Ein weiteres wurde im Jahre 1745 in Middleboro errichtet, und zwar, wie es heißt, nach Angaben, die ein als Bauer verkleideter Mechaniker in Milton gestohlen hatte [20]). In Andover bestand im Jahre 1715 eine Fabrik, in der Sensen angefertigt wurden, und 1720 war schon eine Werkstatt für schwere Schmiedearbeiten in Boston in Betrieb [21]). Fast alle Kanonen für die ersten amerikanischen Fregatten wurden in Providence oder in der nächsten Umgebung der Stadt gegossen. Capt. *Stephen Jenks* stellte zu Beginn der Revolution in North Providence Waffen her [22]). Ein zusammenfassender Bericht über die ersten Anfänge der Eisenindustrie in Rhode Island ist in Bd. 3 des Buches von *Field*, „State of Rhode Island and Providence Plantations“ enthalten.

Der Einfluß der Familie *Jenks* breitete sich schon 1655 nach Rhode Island aus. Zu jener Zeit zog *Joseph Jenks jr.*, der das Gewerbe seines Vaters gelernt hatte, von Lynn nach den oberen Gewässern der Narragansett-Bai und gründete Pawtucket. Er errichtete eine Schmiede in der Nähe eines Moorerzlagers, wo er über Wasserkraft verfügte, und begann, Hausgeräte und eiserne Werkzeuge anzufertigen. Die Ansiedlung wurde im Jahre 1675 während des Krieges des *Königs Philipp* [23]) von Indianern

---

[10]) *Beverley:* „History of Virginia“. *Bishop*, a. a. O. S. 469, 595.
[11]) *Lewis:* „History of Lynn“.
[12]) 1 Quart = rd. 1 Liter.
[13]) *Weeden:* „Economie and Social History of New England“, Bd. 1, S. 191. Boston 1890.
[14]) *Goodrich:* „History of Pawtucket“. Pawtuckett 1876. S. 17.
[15]) *Weeden*, a. a. O. Bd. 1, S. 184. *Bishop*, a. a. O. Bd. 1, S. 477.
[16]) *Bishop*, a. a. O. S. 479. *Weeden*, a. a. O. Bd. 1, S. 192.
[17]) *Weeden*, a. a. O. Bd. 2, S. 685. *Bishop*, a. a. O. Bd. 1, S. 486/87.
[18]) *Bishop*, a. a. O. Bd. 1, S. 489.
[19]) *Field:* „State of Rhode Island and Providence Plantations“, Bd. 3, S. 331.
[20]) *Weeden*, a. a. O. Bd. 2, S. 499.
[21]) *Weeden*, Ebenda, S. 498.
[22]) *Weeden*, Ebenda, S. 793.
[23]) *Metacomet*, Häuptling der Wampanoag-Indianer und Führer der Indianerrevolte gegen die englischen Kolonisten, von den Engländern *König Philipp* genannt. D. Übers.

Digitized by Google

zerstört, aber bald wieder aufgebaut. Ein Sohn dieses *Jenks*, der dritte *Joseph Jenks*, wurde dort geboren und war später einer der einflußreichsten Männer in der Kolonie. Fünf Jahre lang war er deren Gouverneur und setzte sich sehr für ihr Wohlergehen ein [24]). Providence entwickelte sich infolge seiner günstigen Lage schon früh zu einem Handelszentrum, während die Industrie in der Hauptsache in Pawtucket blieb, da dort reichliche Wasserkräfte zur Verfügung standen. Erst als die Dampfmaschine die Industrie von der Wasserkraft unabhängig machte, übernahm Providence die Führung auch in der Industrie.

In Verbindung mit den Unternehmen, die in Pawtucket und Providence entstanden, findet man immer wieder die Namen *Jenks*, *Wilkinson*, *Brown*, *Greene* und unter den letzteren den *Nathaniel Greenes*, des Revolutionsgenerals, der in Coventry eine Kanonenfabrik besaß. Unter diesen Pionierfamilien waren die *Wilkinsons* die einflußreichsten. *Oziel Wilkinson*, ein Quäker, siedelte von Smithfield, Rhode Island, nach Pawtucket über und errichtete dort im Jahre 1784 eine Ankerschmiede. Er war bald der führende Mann des Gemeinwesens. Im Jahre 1791 baute er einen Hochofen, und drei Jahre später lieferte er die Gußteile für die Zugbrücke in Cambridge und für Kanalschleusen, wahrscheinlich die zuerst am Merrimac-Fluß benutzten [25]). Er und seine Familie spielten eine sehr wichtige Rolle in der ersten Entwicklungszeit der amerikanischen Industrie. *Wilkinson* hatte sechs Söhne und vier Töchter. Vier Söhne arbeiteten zu je zweien als Teilhaber zusammen: *Abraham* und *Isaac* (Zwillinge) — sowie *David* und *Daniel*. Auch der fünfte Sohn war ein erfolgreicher Fabrikant. Eine der Töchter heiratete *Samuel Slater*, über den später berichtet wird, eine andere *Timothy Greene*, eine dritte *William Wilkinson* und die jüngste *Hezekiah Howe*, allesamt Fabrikanten. Der sechste Sohn starb im Alter von vier Jahren [26]).

Im Jahre 1794 baute *David Wilkinson* ein Dampfboot und fuhr mit ihm die dreieinhalb (engl.) Meilen lange Strecke von Winsor's Cove nach Providence. Das Boot schien ihm von geringem praktischen Wert, und nachdem man seinen „Spaß" damit gehabt hatte, montierte er es ab. Ehe er es aber zerstörte, wurde es von einem jungen Mann namens *Daniel Leach* mit dem größten Interesse und eingehend in Augenschein genommen. Später, als *Fulton* seine Pläne für den Bau der „Clermont" entwarf, sollen die Zeichnungen angeblich von diesem selben *Leach* angefertigt worden sein [27]).

David Wilkinson erfand im Jahre 1797 eine Supportdrehbank, die ihm im nächsten Jahr patentiert wurde. Dem Verfasser ist es nicht gelungen, eine genaue Beschreibung dieser Drehbank zu erlangen. Die ausführlichsten Angaben darüber finden sich in einem Brief *Samuel Greenes* an *Zachariah Allen*, einen bekannten Baumwollfabrikanten aus Rhode Island. In diesem Brief, der vom 17. Juni 1861 datiert ist, heißt es: „Ich nehme an, daß *David Wilkinson* der Erfinder der Supportdrehbank ist, die zuerst zur Anfertigung von großen Schrauben für Pressen verwendet wurde, und ich glaube, er hat ein Patent hierfür erhalten. Ich weiß, daß er ein Patentgesuch an die britische Regierung gerichtet hat, und man sagte mir, daß er das Patent erhalten habe." Das Patent lief aber ab, ehe die Drehbank in allgemeinen Gebrauch kam. Fünfzig Jahre später bewilligte der Kongreß *Wilkinson* 10 000 Dollar „für Vorteile, die der Allgemeinheit aus dem Gebrauch des Prinzips der Supportdrehbank erwachsen sind, deren Erfinder er war" [28]). Es scheint, als ob er an dieser zu der selben Zeit gearbeitet hat wie *Maudslay* in London an der seinen [29]). *Sylvanus Brown*, der *Slater* bei dem Bau der ersten Arkwright-Baumwollmaschinen in Pawtucket behilflich war, soll ebenfalls, und zwar noch früher (1791), eine Supportdrehbank erfunden haben. Er soll sie zum Schneiden von schmiedeeisernen Schrauben für Spermölpressen benutzt haben [30]). Über die *Maudslay*schen Supportdrehbänke gibt es genaue Berichte. Es sind sogar Drehbänke zum Gewindeschneiden, die von ihm noch vor 1800 gebaut wurden, im South-Kensington-Museum in London zu sehen. Für die amerikanischen Drehbänke kann also keine Priorität beansprucht werden, bis über sie mehr bekannt wird, und bis es auch festgestellt ist, ob sie denen von *Maudslay* in bezug auf die Ausführung und Leistung gleichkamen.

Die *Wilkinsons* waren mit den ersten Unternehmungen in der Textilindustrie eng verknüpft. Wie die Gewehrindustrie zuerst das System des Austauschbaues zur Entwicklung brachte, so veranlaßte die Baumwollindustrie die Entwicklung des allgemeinen Werkzeugmaschinenbaues in Amerika. Nach der Revolution wurden verschiedentlich Versuche gemacht, Textilfabriken zu errichten, so von *Orr* im Jahre 1786, von *Cabot* in Beverly 1787, von *Anthony* in Providence 1788 und auch in Worcester. Ein Mann namens *Alexander* soll den ersten Webstuhl mit Schnellschützen in Amerika betrieben haben, der dann später nach Pawtucket überführt wurde. Im Jahre 1790 führte *Moses Brown* einige Spinnmaschinen nach Providence ein, aber sie erwiesen sich als untauglich.

Abb. 1. *Samuel Slater*
geb. 9. Juni 1768 in Belper, England,
gest. 21. April 1835 in Webster, Mass., V. S. A.

Samuel Slater, Abb. 1, der, wie schon erwähnt, eine Tochter von *Wilkinson* heiratete, war ein Engländer, der als Lehrling bei *Arkwright* und *Strutt* gearbeitet hatte und die Arkwrightschen Maschinen genau kannte. Im Jahre 1789 war er nach Amerika ausgewandert, um dort eine Textilfabrik zu gründen. Es wurde schon erwähnt, daß England die Auswanderung von Mechanikern und die Ausfuhr aller Arten von Maschinen verboten hatte. Infolgedessen war *Slater* gezwungen, beim Verlassen seines Mutterlandes mit der größten Vorsicht zu Werke zu gehen. Als Bauer verkleidet, so wird berichtet, gelangte er nach London und schiffte sich dort ein, ohne irgend

[24]) *Goodrich*, a. a. O. S. 18/23.
[25]) Ebenda, S. 51.
[26]) *Wilkinson, Israel:* „Memoirs of the Wilkinsons", S. 220, 461. Jacksonville (Ill.) 1869.
[27]) Ebenda, S. 509/13. Auch *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 372, der Name wird hier als französisch angegeben.
[28]) Das Komitee des Senats, das dieses Vorgehen befürwortete, bestand aus *Rusk* aus Texas, *Cass* aus Michigan, *Davis* aus Mississippi, *Dix* aus New York und *Benton* aus Missouri. Das Gesetz wurde im Juni vom Senat und vom Kongreß im August 1848 verabschiedet.
[29]) *Wilkinson, Israel*, a. a. O. S. 506/08, 518. *Goodrich*, a. a. O. S. 51.
[30]) *Goodrich*, a. a. O. S. 48.

Digitized by Google

jemand mit seinen Plänen bekannt zu machen. Erst nach seiner Abfahrt benachrichtigte er seine Familie durch einen Brief. Er begab sich zuerst nach Philadelphia. Als er aber von *Moses Browns* Spinnversuchen hörte, schrieb er an ihn und erbot sich, nach Pawtucket zu kommen und dort für ihn die Arkwrightschen Maschinen zu bauen. *Slater* war zu der Zeit erst zwanzig Jahre alt. Nach einem Winter schwerer Arbeit gelang es ihm, verschiedene Maschinen mit insgesamt zweiundsiebzig Spindeln sowie zwei Karden zu bauen. Die Maschinen wurden in einem kleinen Gebäude, das später den Namen „Old Slater Mill" erhielt, aufgestellt und mit einem alten Neger namens *Primus Jenks* als Triebkraft in Betrieb gesetzt. In diesem Winter wohnte *Slater* bei der Familie von *Oziel Wilkinson* und heiratete dessen Tochter. Im Jahre 1799 wurde eine zweite Fabrik von *Oziel Wilkinson* und seinen drei Schwiegersöhnen, *Slater, Greene* und *Wilkinson*, gebaut und in Betrieb genommen [31]).

Dr. Dwight schreibt im Jahre 1810 in seiner Reisebeschreibung [32]) über Pawtucket:

„Es gibt wahrscheinlich keinen Ort von der Größe Pawtuckets in den Neu-England-Staaten, der eine so mannigfaltige und ausgedehnte Industrie hat. Im Jahre 1796 bestanden hier drei Ankerschmieden, eine Gerberei, eine Kornmühle, ein Eisenschneidewerk, drei Schnupftabakfabriken, eine Ölfabrik, drei Walkmühlen, eine Tuchfabrik, eine Baumwollfabrik, zwei Maschinen zur Herstellung von Nägeln, alle durch Wasserkraft angetrieben, sowie ein Hochofen zum Gießen von Gefäßen. Dann gab es auch eine Schraubenschneidmaschine, die durch ein Pferd angetrieben wurde, und verschiedene Schmieden." Das alles zu einer Zeit, die lange vor der Gründung von Lowell, Lawrence und Manchester lag.

Die *Wilkinsons* waren aber nicht nur an der Baumwollindustrie beteiligt. *David W.* errichtete eine Werkstatt und eine Gießerei in Pawtucket, in denen er Kanonen goß und sie vermittels eines verbesserten Verfahrens ausbohrte. Dieses bestand darin, daß der Bohrer fest stand und das Kanonenrohr sich um den Bohrer herum drehte. Er baute Textilmaschinen fast für das ganze Land, vom Norden Neu-Englands bis Louisiana, ferner die Maschinen, die in New Bedford und anderen Walfischhäfen für das Pressen von Spermöl benutzt wurden [33]). Um 1816 kauften *David* und *Daniel Wilkinson* die Fabrik eines *Dwight Fisher* auf und stellten dort bis zum Jahre 1829 Nägel her; die tägliche Produktion betrug etwa 4000 (engl.) Pfund [34]). Im Jahre 1829 zog *David Wilkinson* nach Cohoes, N. Y., und begründete zusammen mit *De Witt Clinton, Stephen van Rensselaer* und anderen die Textilunternehmungen dieser Stadt [35]). Im Jahre 1832 brachte *Zebulon White* einen von *Wilkinsons* Hochöfen wieder in Gang. Drei Jahre später war dieses Unternehmen als die Pawtucket Cupola Furnace Co. bekannt. Später wurde aus ihr die Firma J. S. White & Co. [36]).

Oziel Wilkinson starb im Jahre 1815, aber der Einfluß der Familie *Wilkinson* dauerte noch viele Jahre an. *Slater* erweiterte sein Arbeitsfeld ständig. Seine großen Verdienste um die Begründung der Textilindustrie haben ihm den Namen „des Vaters der amerikanischen Baumwollindustrie" eingetragen. Wie schnell sich die Baumwollindustrie ausbreitete, zeigt eine Denkschrift an den Kongreß vom Jahre 1815, in der angegeben ist, daß 140 Baumwollfabriken innerhalb eines Umkreises von 30 Meilen (engl.) um Providence herum bestanden, die insgesamt 26 000 Arbeiter und Angestellte beschäftigten und 130 000 Spindeln in Betrieb hatten [37]). Nur wenige der wichtigsten Gründungen können hier angeführt werden.

Im Jahre 1822 kauften *Samuel Slater, Larned Pitcher* und noch drei andere ein kleines zweistöckiges Gebäude im damaligen Goffstown am Merrimac und gründeten dort die große Amoskeag Manufacturing Co. und gleichzeitig die Stadt Manchester, N. H. Diese Gesellschaft besitzt heute die größte Textilfabrik der Welt. Ihr Arbeitsgebiet war anfangs sehr vielseitig; sie betrieb unter anderem lange Jahre eine der größten und bedeutendsten Maschinenwerkstätten in den Vereinigten Staaten, in der Lokomotiven, Dampfmaschinen, Kessel, alle Arten von Textilmaschinen, Werkzeugmaschinen und Müllereimaschinen gebaut wurden.

Alfred Jenks, der seinen Beruf bei *Slater* erlernt hatte, zog 1810 nach Holmesburg in der Nähe von Philadelphia und begann dort mit dem Bau von Baumwollmaschinen aller Art, zu denen er die Zeichnungen mitbrachte [38]). Er lieferte die Maschinen für die erste Baumwollspinnerei in jenem Teil von Pennsylvanien und für die erste Wollspinnerei im ganzen Staat. Sein Unternehmen entwickelte sich zu einer Textilmaschinenfabrik, die lange Jahre eine der bedeutendsten in den Vereinigten Staaten blieb.

Eleazer Jenks baute 1813 in Pawtucket eine Werkstatt für schwere Schmiedeerzeugnisse und für die Fabrikation von Spinnereimaschinen, die noch viele Jahre lang von *David Wilkinson* geleitet wurde [39]). Im selben Jahr errichtete auch *Larned Pitcher* eine Fabrik in diesem Ort und nahm bald darauf *P. Hovey* und *Asa Arnold* als Teilhaber auf. Im Jahre 1819 wurde *Ira Gay* in die Firma aufgenommen, die den Namen Pitcher & Gay annahm und sich zu einer der größten Fabriken für Baumwollmaschinen entwickelte. *Gay* blieb bis 1824 in Pawtucket. Dann siedelte er nach New Hampshire über zu der Amoskeag Manufacturing Co. und der damals gegründeten Nashua Manufacturing Co. [40]).

Einige Jahre später errichteten *Ira Gay* und sein Bruder *Zeba* in North Chelmsford eine Textilmaschinenfabrik. Die Firma, die mit dem Anwachsen der Textilindustrie im Merrimac-Gebiet zu großer Bedeutung kam, besteht noch heute. Sie hat verschiedene Male anläßlich von Todesfällen ihrer Teilhaber den Namen gewechselt; heute ist sie unter dem Namen North Chelmsford Machine & Supply Company bekannt. Viele der Werkzeuge, die in den ersten Anfängen des Unternehmens benutzt wurden, sind noch erhalten, und es gibt kaum eine Werkstatt in den Vereinigten Staaten, die von größerer historischer Bedeutung ist.

Capt. *James S. Brown*, ein Sohn des früher erwähnten *Sylvanus Brown*, der 1817 bei *David Wilkinson* gearbeitet hatte, wurde *Pitchers* Teilhaber in Pawtucket, als *Ira Gay* austrat. Die Firma erhielt dann den Namen Pitcher & Brown. Im Jahre 1842 wurde *Brown* alleiniger Inhaber und vergrößerte das Werk beträchtlich. Die von ihm im Jahre 1847 erbaute Fabrik war 400 Fuß lang und beschäftigte über 300 Arbeiter. *Brown* erreichte ein hohes Alter und machte viele wertvolle Erfindungen, darunter eine Kegelrad-Fräsmaschine, ein Bohrwerk, eine Schleifmaschine, eine Verbesserung der Drehbank von *Blanchard* und viele Verbesserungen an Textilmaschinen. Einige der von ihm selbst i. J. 1820 gebauten Drehbänke sind siebzig Jahre lang in Betrieb gewesen [41]).

Oberst *Stephen Jenks* eröffnete im Jahre 1820 eine Schrauben- und Mutternfabrik, aus der später die William H. Haskell Company in Pawtucket hervorging. *Alvin Jenks* von der Firma Stephen Jenks & Sons siedelte im Jahre 1829 nach Central Falls über und wurde im darauffolgenden Jahr Teilhaber von David G. Fales. Diese Firma, die dann den Namen Fales, Jenks & Company erhielt, baute viele Jahre lang Baumwollmaschinen und siedelte im Jahre 1865 nach Pawtucket über [42]). Die

31) *Goodrich*, a. a. O. S. 39/51.
32) Ebenda, Bd. 2, S. 27/28.
33) Ebenda, S. 69.
34) *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 373.
35) *Van Slyck*: „Representatives of New England Manufactures". Boston 1871. S. 515.
36) *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 373.
37) *Bishop*, a. a. O. Bd. 2, S. 214.
38) *Bishop*, a. a. O. Bd. 3, S. 18.
39) *Goodrich*, a. a. O. S. 64.
40) Ebenda, S. 66.
41) Ebenda, S. 71/72.
42) Ebenda, S. 72. *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 373.

Digitized by Google

Jenks in der Firma Fales & Jenks Machine Company, wie sie jetzt heißt, sind direkte Nachkommen des *Joseph Jenks* aus Lynn.

Im Jahre 1834 nahm *Jeremiah O. Arnold*, der als Gehilfe bei *David Wilkinson* gearbeitet hatte, mit seinem Bruder *Joseph Arnold* in Pawtucket die erste Mutternpresse in Betrieb. Später trat *Joseph Arnold* aus der Firma aus, und *William Field* trat an seine Stelle. Die Firma erhielt jetzt den Namen William Field & Company. Sie siedelte 1846 nach Providence über und nahm 1847 den Namen Providence Tool Company an [43]). Einige Angestellte der Tool Company gründeten 1852 die Providence Forge and Nut Company und bauten eine Fabrik. Vier Jahre später wurde das neue Unternehmen von der Mutterfirma übernommen, und diese zog in das neue Gebäude ein. Die Providence Tool Company hat jahrelang einen großen Einfluß ausgeübt. Sie stellte die „Household"-Nähmaschine und das Martini-Gewehr sowie eine Reihe verschiedener Werkzeuge her. Im Jahre 1883 wurde sie reorganisiert und erhielt den Namen Rhode Island Tool Company, den sie heute noch trägt.

Die Franklin Machine Company wurde um 1800 von *Stanford Newell, Isaac Thurber* und anderen gegründet. In den alten Berichten wird die Firma immer als „The Cupola" erwähnt. Während des Krieges von 1812 baute sie Kanonen unter der Leitung von *Isaac Wilkinson*, einem von *Oziels* Söhnen, der damals erst 17 Jahre alt war [44]). Die Builders Iron foundry, die früher unter dem Namen „The High Street Furnace" bekannt war, wurde schon vor 1820 betrieben. Die American Screw Company ist aus der Eagle Screw Company hervorgegangen, die 1838 unter der Leitung von *William G. Angell* gegründet wurde. Infolge zahlreicher Rechtsstreitigkeiten und scharfer Konkurrenz konnte sich das Unternehmen anfangs nicht erfolgreich entwickeln, bis *Angell* im Jahre 1849 mit Hilfe einer von *Thomas J. Sloan* aus New York erfundenen Maschine die Herstellung spitzer Schrauben aufnahm. Die New England Screw Company, deren Gründer, *Cullen Whipple*, in der früheren Providence Screw Company mitgearbeitet hatte, vereinigte sich 1860 mit der Eagle Screw Company zu der jetzigen American Screw Company.

Die Corliss Machine Works wurden im Jahre 1848 gegründet.

Brown & Sharpe, das bedeutendste und einflußreichste aller Fabrikunternehmen in Providence, wurde 1833 von *David Brown* und seinem Sohn *Joseph R. Brown* gegründet. Die Geschichte dieses Unternehmens ist von so großer Bedeutung, daß sie in einem besonderen Kapitel ausführlich behandelt wird (Kap. 16 des Buches von *Roe*).

Der Vollständigkeit halber muß noch auf die Entwicklung der Goldschmiedeindustrie in Providence eingegangen werden. Etwa zur Zeit der Revolution fertigte ein gewisser *Cyrill Dodge*, der „zwei Häuser nördlich vom Versammlungshaus der Baptisten" wohnte, silberne Schuhschnallen an. Aber der erste wirkliche Juwelier in Providence war *Nehemiah Dodge*, der kurz nach der Revolution an der North Main Street ein kleines Geschäft eröffnete, in dem er als Goldschmied und Uhrmacher arbeitete. Er fertigte auch Halsbänder, Ringe und kleine Kästchen an. *Dodge* wurde über 90 Jahre alt und erlebte den großartigen Aufschwung dieser Industrie. Im Jahre 1805 gab es außer ihm in der Stadt schon drei andere Juweliere, von denen einer ein *Jenks* war. Sie beschäftigten zusammen etwa 30 Arbeiter. Im Jahre 1810 gab es 100 Goldarbeiter, 1815: 175 und 1832: 282. Im Jahre 1860 zählte die Statistik 86 Goldschmiedewerkstätten mit 1761 Arbeitern, im Jahre 1880: 148 mit 3264 Arbeitern und Angestellten, und 1890 gab es in der Stadt 170 Werkstätten, die 4380 Menschen beschäftigten. Diese Zahlen beziehen sich nur auf die Stadt Providence. Viele andere Geschäfte sind in den Ortschaften der näheren Umgebung. Die Goldarbeiter waren die am höchsten bezahlten Handwerker weit und breit; sie verdienten täglich 5 bis 10 Dollar. Stets waren auch zwei oder drei darunter, die sich selbständig machten. Die älteste Juwelierfirma in Providence soll die Gorham Manufacturing Company sein, die sich jetzt in der Vorstadt Elmwood befindet. *Jabez Gorham*, ihr Begründer, hatte um 1813 mit vier Teilhabern ein Goldwarengeschäft betrieben. Im Jahre 1831 tat er sich mit dem Silberschmied *H. L. Webster* aus Boston zusammen und eröffnete eine Spezialfabrik für silberne Löffel. So entstand die Gorham Manufacturing Company [45]). Palmer & Capron, eine andere alte Firma, wurde um 1840 gegründet.

Es gab noch andere Orte, von denen aus in der Anfangszeit die Entwicklung der amerikanischen Maschinenindustrie beeinflußt wurde. Mit der Erfindung des Dampfschiffes entwickelte sich New York zum Hauptsitze der Schiffsmaschinenindustrie. *Allaire, Quintard, Fletcher, Delamater* und andere Werke waren schon vor vielen Jahren bekannt, aber die Werkzeugindustrie ist in der Stadt New York aus irgendwelchen Gründen nie hochgekommen. Die Garvin Machine Company ist das einzige große Unternehmen dieser Art in der Stadt. Worcester, Hartford, Philadelphia, sogar Windsor, Vt., so klein dieses Städtchen ist, und so abgeschieden es liegt, jede dieser Städte hat ihren besonderen Anteil an der Entwicklung des Werkzeugbaus in den Vereinigten Staaten und Europa gehabt. Wir haben Pawtucket ausführlicher berücksichtigt, weil die Werkzeugindustrie von dort ihren Ausgang genommen hat, und weil sein großer Einfluß auf die Entwicklung anderer Industriestädte im allgemeinen noch wenig bekannt ist. Die ausgedehnten im Tal des Merrimac verfügbaren Wasserkräfte ließen die großen Textilindustrien in Manchester, Lowell und Lawrence entstehen, die Pawtucket weit überholt haben. Die ersten Anfänge der Textilindustrie liegen jedoch in Pawtucket und mit ihnen die des Maschinen- und Werkzeugbaues.

Die Entstehung des Austauschbaues

Es ist vorerst einmal wünschenswert, festzulegen, was man unter Austauschbau verstehen will. Wir wollen also annehmen, daß es sich hierbei um ein Arbeitsverfahren handeln soll, bei dem vollständige Maschinen oder Apparate hergestellt werden, deren entsprechende Einzelteile sich so genau gleichen, daß jedes von ihnen in jede beliebige gleichartige Maschine eingebaut werden kann. Nicht berücksichtigt wird bei dieser Begriffsbestimmung also die Herstellung solcher Teile, die einander zwar sehr ähnlich sind, die aber nicht für die Dauer zu bestimmten Vorrichtungen zusammengesetzt zu werden pflegen. Wollte man diese Teile mit einbeziehen, dann müßte man die alten Schriftgießer als die Vorfahren des neuzeitlichen Austauschbaus ansehen, da sie mittels eines Gußverfahrens Drucklettern herstellten, die einander bis auf sehr kleine Abweichungen genau glichen. Es besteht jedoch ein großer Unterschied zwischen dieser Art der Fertigung und z. B. der von Teilen eines Gewehrs: die einzelnen Lettern sind nicht dauernd miteinander verbunden.

Der Austauschbau wurde zuerst durch die Büchsenmacher ausgebildet. Er läßt sich in der Hauptsache vorteilhaft auf hochwertige Industrieerzeugnisse anwenden, die in großen Massen hergestellt werden, und bei denen eine Auswechselbarkeit der einzelnen Teile wünschenswert erscheint. Von den typischen Erzeugnissen, wie Schußwaffen, Fahrräder, Schreibmaschinen, Nähmaschinen und dergleichen, die heute im Austauschbau hergestellt werden, sind Gewehre und Pistolen die einzigen, die älter sind als dieser selbst. Sie wurden meist in großen Mengen gebraucht, und besonders bei militärischen Waffen war die Auswechselbarkeit der Teile von großem Wert. Vorher, bei den handgefertigten Musketen, machte der Verlust

[43]) *Goodrich*, a. a. O. S. 75.
[44]) *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 375.
[45]) *Field*, a. a. O. Bd. 3, S. 377/81.

Digitized by Google

oder die Beschädigung eines einzelnen wichtigen Teiles die ganze Waffe unbrauchbar, oder sie konnte nur von einem gelernten Büchsenmacher wieder instand gesetzt werden, da jedes der Einzelteile für sich eingepaßt war. In einem im Jahre 1812 an das Kriegsministerium gerichteten Brief führt *Eli Whitney* aus, daß die britische Regierung über 200 000 Musketen und Zubehör in den Arsenalen liegen habe, die entweder nur teilweise fertig oder reparaturbedürftig seien[46]). Die Wichtigkeit eines Herstellungsverfahrens, das alle Einzelteile normalisiert und auswechselbar gestaltet, wurde also schon damals erkannt. Zu jener Zeit bestand zwar ein Bedürfnis für militärische Schußwaffen, die diese Bedingungen erfüllten, aber es schien unmöglich, sie zu erfüllen.

Es heißt im allgemeinen, der Austauschbau stamme aus Amerika. In Europa war er daher viele Jahre lang als das „amerikanische Fabrikationssystem" bekannt. Falls man die Priorität dem zubilligt, der es zuerst erfolgreich verwendet hat, so ist das System amerikanischen Ursprungs. Indessen, die erste Anregung kam aus Frankreich. Die französischen Maschinenbauer haben sich als erste mit vielen der bedeutendsten mechanischen Neuerungen befaßt. Aber, wie bei der Supportdrehbank und der Hobelmaschine, haben sie auch in diesem Fall anscheinend nur die Idee gehabt. Es war anderen überlassen, sie praktisch ausführbar zu gestalten.

In Frankreich wurden wenigstens zwei Versuche unternommen, Gewehre mit auswechselbaren Teilen herzustellen, einer im Jahre 1717, der andere 1785. Von dem ersten ist wenig bekannt. *Fitch* erwähnt ihn in seinem „Report on the Manufactures of Interchangeable Mechanisms", der im Regierungsbericht der Vereinigten Staaten von 1880 enthalten ist, behauptet aber, daß er ein Fehlschlag gewesen sei[47]). Über den zweiten Versuch erfahren wir Näheres aus einer interessanten und merkwürdigen Quelle. *Thomas Jefferson*, der damals amerikanischer Botschafter in Frankreich war, schrieb in einem Brief vom 30. August 1785 an *John Jay* unter anderem folgendes:

„Hier ist eine Verbesserung in der Anfertigung von Musketen gelungen, die vielleicht für den Kongreß von Interesse ist, falls er die Absicht hat, sich zu irgendeiner Zeit solche zu beschaffen. Sie besteht darin, daß jedes Einzelteil so genau hergestellt wird, daß es auch für jede andere Muskete im Arsenal benutzt werden kann. Die hiesige Regierung hat das Verfahren geprüft und für gut befunden. Sie beabsichtigt, eine große Fabrik zu errichten, um es praktisch anzuwenden. Bis jetzt hat der Erfinder nur das Schloß der Muskete nach diesem Verfahren angefertigt. Er ist dabei, den Lauf, Schaft und andere Teile auf dieselbe Weise herzustellen. Da ich annahm, daß es von Nutzen für die Vereinigten Staaten sein würde, begab ich mich zu dem Erfinder. Er zeigte mir Teile von 50 Schlössern, die auseinandergenommen waren, und deren Teile in verschiedenen Fächern lagen. Ich habe selber verschiedene Schlösser zusammengesetzt, indem ich die Teile nahm, die mir gerade in die Hand fielen, und sie paßten alle ausgezeichnet. Die Vorteile dieses Systems für Fälle, in denen eine Waffe reparaturbedürftig wird, sind augenfällig. Die für die Herstellung erforderlichen Werkzeuge sind von ihm selbst erfunden worden und verkürzen gleichzeitig die Arbeit, so daß er der Meinung ist, jede Muskete um zwei Livres billiger als sonst herstellen zu können. Aber es werden noch zwei bis drei Jahre vergehen, ehe er in der Lage sein wird, größere Mengen zu liefern. Ich berichte hierüber schon jetzt, da es die Pläne für die Beschaffung von Waffen für unsere Arsenale beeinflussen kann[48])."

Sechs Monate später schrieb *Jefferson* einen Brief an den Gouverneur von Virginia, der fast den gleichen Inhalt hat. In einem anderen Brief, der viele Jahre später an *James Monroe* geschrieben wurde, gibt er den Namen des Mechanikers als *Le Blanc* an und bemerkt, daß dieser sein Verfahren jetzt auf den Lauf, den Beschlag und den Schaft ausgedehnt habe. Er schreibt:

„Ich versuchte damals, die Regierung der Vereinigten Staaten zu bewegen, ihn herüberkommen zu lassen. Er war dazu bereit und stellte nur bescheidene Bedingungen. Aber es gelang mir nicht, und ich weiß nicht, was aus ihm geworden ist[49])."

Wir wollen diesem Genie volle Anerkennung widerfahren lassen, das eine klare Vorstellung wenigstens von einigen der in Betracht kommenden Grundsätze gehabt hat, und zwar von denen der Auswechselbarkeit und des Ersatzes der Handarbeit durch Maschinenarbeit. Der Bericht erwähnt nichts von Lehren oder von Arbeitsteilung, aber dies kann seinen Grund darin haben, daß *Jefferson* mit Fabrikationseinzelheiten nicht vertraut war.

Bentham und *Brunel* in Portsmouth (England) kamen mit ihren Maschinen zur Herstellung von Flaschenzugblöcken dem Austauschbau bereits sehr nahe. Es handelte sich in diesem Fall allerdings mehr um eine Anwendung neuzeitlicher Arbeitsverfahren als um Austauschbau im eigentlichen Sinne. Die Auswechselbarkeit der Erzeugnisse war eine zufällige Beigabe der guten Herstellungsverfahren, nicht ein bestimmtes angestrebtes Ziel. Auch scheint nicht nach Lehren gearbeitet worden zu sein, um die verschiedenen Teile innerhalb bestimmter Genauigkeitsgrenzen zu halten. Aber das Erzeugnis machte dies auch gar nicht erforderlich, denn bei Flaschenzügen für Schiffe ist nicht im entferntesten eine solche Genauigkeit notwendig, wie bei Gewehren und anderen typischen Erzeugnissen des Austauschbaues.

Auch *Johann Georg Bodmer* stellte um 1806 in St. Blasien im Schwarzwald Gewehre her und benutzte dabei Spezialmaschinen, durch die ein großer Teil der früheren Handarbeit mechanisch verrichtet wurde; besonders für die einzelnen Teile des Schlosses, die so geformt und gefertigt wurden, daß sie alle vollkommen gleich waren und ohne weitere Bearbeitung in jedes Gewehr eingebaut werden konnten, wodurch Arbeit erspart wurde.

In diesen beiden Fällen — Portsmouth und St. Blasien — wurden einzelne dem Austauschbau eigene Arbeitsverfahren angewandt, aber es scheint unwahrscheinlich, daß das System bereits in einer so vollständigen Form zur Anwendung kam wie damals schon in Amerika.

In den Jahren 1798 und 1799 wurden von der amerikanischen Regierung zwei Aufträge auf Feuerwaffen vergeben, einer 1798 an *Eli Whitney*, der andere im Jahre 1799 an *Simeon North*. Diese beiden Aufträge sind von größter Bedeutung. *Whitney*, Abb. 2, hatte 1792 die Baumwoll-Entkörnmaschine erfunden. Die Erfindung hat, wie allgemein bekannt ist, tiefgehende wirtschaftliche Folgen für die ganze zivilisierte Welt gehabt; aber die Patentgesetze jener Zeit und gerade der außergewöhnlich große Wert der Erfindung machten es ihm unmöglich, seine Rechte zu verteidigen, und, obwohl er gewissermaßen eine neue große Industrie geschaffen hatte, verlor er durch die Erfindung mehr Geld, als er gewann. Im Jahre 1798 beschloß er, etwas anderes zu beginnen. Er verfiel auf die Herstellung von Gewehren und schrieb einen Brief an den damaligen Schatzkanzler *Oliver Wolcott*, in dem es heißt:

„Ich möchte gern die Anfertigung von 10 bis 15 000 Gewehren mit Zubehör übernehmen. Ich bin davon überzeugt, daß sich durch Benutzung von Maschinen, die durch Wasserkraft angetrieben und dieser Fabrikation angepaßt sind, viele Arbeitskräfte ersparen und die Herstellung selbst sehr beschleunigen ließe. Maschinen für das Schmieden, Walzen, Drehen, Bohren, Schleifen, Polieren usw. können hierbei vorteilhaft verwendet werden[50])."

[46]) *Blake:* History of Hamden, Conn. New Haven 1888. S. 133.
[47]) Ebenda, S. 2.
[48]) The Writings of Thomas Jefferson, Edited by H. A. Washington, New York 1853, Bd. 1, S. 411.
[49]) The Writings of Thomas Jefferson, Edited by Paul L. Ford, New York 1887, Bd. 8, S. 101.
[50]) *Blake:* New Haven Colony Historical Society Papers, New Haven 1894, Bd. 5, S. 117.

Digitized by Google

Im Jahre 1798 wurde der erwähnte Auftrag erteilt. Gleich von Anfang an gedachte *Whitney* diese Waffen „nach einem neuen Grundsatz" herzustellen. Er baute eine Fabrik in Whitneyville, gerade vor den Toren der Stadt New Haven, wobei er eine vorhandene geringe Wasserkraft ausnutzte. Es dauerte jedoch fast zwei Jahre, bis die Anlage in Betrieb gesetzt werden konnte, da er alle die von ihm vorgeschlagenen Maschinen erst entwerfen und anfertigen mußte. Als er sich im Jahre 1812 um einen neuen Auftrag auf 15 000 Gewehre bewarb, schrieb *Whitney:*

„Der Unterzeichnete erlaubt sich ferner die Bemerkung, daß er sich während der letzten 12 Jahre mit der Anfertigung von Gewehren beschäftigt hat, und daß er jetzt das angesehenste Privatunternehmen in den Vereinigten Staaten für diesen wichtigen Industriezweig besitzt. Das Unternehmen ist auf einem System aufgebaut und weiterentwickelt worden, das in Europa unbekannt ist, und dessen Hauptziel es ist, durch genaue und leistungsfähige Maschinenarbeit jene Geschicklichkeit des Handwerkers zu ersetzen, die nur durch lange Übung und Erfahrung erworben werden kann, eine Art von Geschicklichkeit, die in unserem Lande nicht in besonders großem Umfange zu finden ist[51])."

An anderer Stelle wird erwähnt, daß das Ziel, nach dem er strebte und das er erreichte, darin bestand, „die gleichen Teile verschiedener Gewehre, so z. B. die Schlösser, so einheitlich herzustellen wie die Abzüge von einer und derselben Kupferstichplatte"[52]).

Whitneys Entschluß, dieses Herstellungssystem einzuführen, wurde von den englischen und französischen Zeugoffizieren, denen er es auseinandersetzte, verspottet und lächerlich gemacht. Sie behaupteten, daß nach seinem Verfahren jedes Gewehr ein Musterstück darstellen würde, und daß die so angefertigten Waffen sich sehr teuer stellen würden. Selbst die Beamten in Washington waren mißtrauisch und begannen ungehalten zu werden, weil sie so viel Geld vorstrecken sollten, ohne daß ein einziges Gewehr fertiggestellt war. *Whitney* begab sich nach Washington und nahm von jedem Teil eines Gewehrs zehn Stück mit. Er zeigte diese dem Kriegsminister und den interessierten Armeeoffizieren in der Gestalt von getrennt liegenden Haufen gleichartiger Teile. Dann nahm er, ohne auszusuchen, einzelne Stücke aus jedem der Haufen und setzte zehn Gewehre zusammen, eine Leistung, die mit ungläubiger Verwunderung betrachtet wurde. Das genaue Datum dieses Vorfalls ist nicht bekannt, aber er fand aller Wahrscheinlichkeit nach um 1800 statt[53]).

In der Zwischenzeit hatte *Simeon North,* der im Gegensatz zu *Whitney* Büchsenmacher von Beruf war, seinen ersten Auftrag auf 1500 Pistolen ausgeliefert und eine Anzahl anderer ausgeführt. In diesen Lieferungsverträgen wird nichts von einer Auswechselbarkeit der einzelnen Teile erwähnt, aber bald begann auch er — ob unabhängig von *Whitney* oder nicht, ist unbekannt —, die gleichen Arbeitsverfahren anzuwenden wie *Whitney.* In einem Brief an den Marineminister schreibt *North* im Jahre 1808:

„Ich finde, daß, wenn ich einen Arbeiter ein bestimmtes Teil einer Pistole zweitausendmal anfertigen lasse, ich dadurch wenigstens ein Viertel der Arbeitszeit spare, die er gebrauchen würde, wenn ich die Pistolen in kleinen Mengen anfertigen ließe, und die Arbeit wird um so besser, je schneller sie ausgeführt wird[54])."

In dem gleichen Brief schreibt er noch:

„Es sind jetzt ungefähr 17 000 Schrauben und andere Teile von Pistolen geschmiedet und viele andere Teile beinahe fertig, und die Arbeit geht lebhaft voran."

Hier sind der Grundsatz der Arbeitsteilung und die ersten Ansätze zur Normalisierung ganz klar ausgedrückt.

[51]) Ebenda, Bd. 5, S. 122.

[52]) *Olmstead, Denison:* Memoir of Eli Whitney. New Haven 1846. S. 50.

[53]) *Blake,* a. a. O. S. 138.

[54]) *North, S. N. D.* und *R. H.:* Memoir of Simeon North. Concord 1913. S. 64.

Im Jahre 1813 bekam *North* einen weiteren Auftrag auf 20 000 Pistolen. In dem Vertrag befindet sich die folgende bedeutsame Klausel:

„Die einzelnen Bestandteile der Pistolen müssen so genau miteinander übereinstimmen, daß jedes Glied oder jedes Teil einer Pistole in jede andere der 20 000 Pistolen paßt[55])."

In der wertvollen Lebensbeschreibung, die *Simeon Norths* Urenkel über ihn geschrieben haben, wird behauptet, daß dieses der erste Regierungsabschluß ist, in dem ein Lieferant sich bereit erklärt, Waffen mit auswechselbaren Teilen herzustellen, und es wird hieraus der Anspruch abgeleitet, daß Oberst *North* das System der Auswechselbarkeit zuerst angewandt hat.

Abb. 2. *Eli Whitney*
geb. 8. Dezember 1765 in Westborough (Mass.)
gest. 8. Januar 1825 in New Haven (Conn.)

Wir hatten keine Gelegenheit, in Washington die amtlichen Berichte über *Whitneys* Verhandlungen einzusehen, aber es geht aus seinem Brief aus dem Jahre 1812 ganz klar hervor, daß er seit beinahe 10 Jahren nach diesem System gearbeitet hatte, wenn dieses auch vielleicht in seinen Verträgen mit der Regierung nicht ausdrücklich festgelegt worden ist. Der damalige Waffeninspektor, Hauptmann *Decius Wadsworth,* schrieb im Jahre 1800 an den Schatzkanzler wie folgt:

„Wenn aber die verschiedenen Teile des Schlosses alle von derselben Hand geformt und fortlaufend auf einer geeigneten Maschine bearbeitet werden, dann werden die Unterschiede so geringfügig sein, daß man die gleichen Teile verschiedener Schlösser austauschen kann. *Whitneys* Lieblingsplan ist es von Anfang an gewesen, diesen Grundsatz auf alle Teile eines Gewehres auszudehnen. Der Gedanke ist von allen denen, die größere Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Gebiet zu haben behaupteten, als ein unpraktischer, nutzloser Versuch verspottet worden. *Whitney* hat jedoch jetzt die Genugtuung, die Ausführbarkeit seines Vorschlages beweisen zu können. Wenn ich auch der Meinung bin, daß der Plan mehr geeignet ist, die Phantasie zu erfreuen, als wirklichen Nutzen zu bringen, so gibt er doch einen hervorragenden Beweis einer überlegenen Geschicklichkeit als Fachmann, und da der Plan, wie ich glaube, bisher niemals mit Erfolg erprobt ist, so verdient er eingehende Berücksichtigung[56])."

[55]) Ebenda, S. 81.

[56]) *Blake,* a. a. O. S. 296.

Digitized by Google

Außerdem schreibt *Jefferson* in einem Brief an *Monroe* vom Jahre 1801 über *Whitney:*

„Er hat Formen und Maschinen erfunden, um alle Teile seiner Schlösser so genau übereinstimmend zu fertigen, daß, wenn man hundert Schlösser auseinandernimmt und ihre Teile durcheinander mischt, die hundert Schlösser wieder zusammengesetzt werden können, wenn man auch nur die gerade in die Hände fallenden Teile hierzu nimmt[57])."

In einem Brief an den Kriegsminister vom Juni 1801 schreibt *Whitney:*

„. . . mein Verfahren und mein Arbeitsplan sind, glaube ich, vollständig neu und von den bisher in diesem oder irgend einem anderen Land befolgten verschieden. Es war die Auffassung und die Absicht des Schatzkanzlers, mit dem ich den Vertrag abschloß, daß ich eine Fabrik nach den Grundsätzen, die ich ihm vorgetragen und erklärt hatte, gründen sollte. Dieses System ist von Anfang an durchweg befolgt worden[58])."

Hiernach scheint es, daß die erwähnte Klausel in dem Vertrag mit *North* vom Jahre 1813 nicht so sehr den Anfang eines neuen Verfahrens kennzeichnete, als vielmehr die Anerkennung bereits bekannter Verfahren war. Es scheint beinahe ausgeschlossen, daß von diesen beiden Männern, die beide Industriepioniere auf nahe verwandten Arbeitsgebieten waren, und die kaum 20 (englische) Meilen voneinander entfernt wirkten, der eine nicht mehr oder weniger von der Arbeit des anderen gewußt hat und durch dessen Verfahren beeinflußt wurde. Wir wollen nicht den Versuch machen, die Verdienste dieser beiden Männer gegeneinander abzuwägen. Tatsache ist, daß der Austauschbau seine Entstehung der Arbeit beider Männer verdankt. Die Arbeiten des Oberst *North* für die Regierung wurden immer zu deren voller Zufriedenheit ausgeführt, und mehr als 50 Jahre lang lieferte er für die Armee und Marine zuerst Pistolen und dann Gewehre. Von den beiden Pionieren des Austauschbaus hatte *Whitney* den größeren Einfluß auf die Verbreitung dieses Arbeitsverfahrens im Lande. Er war durch die Erfindung der Baumwoll-Entkörnmaschine sehr bekannt und allgemein geschätzt; außerdem lag seine Fabrik in einem bedeutenderen Industriemittelpunkt. Er wurde von der Regierung zu Rate gezogen, und auf ihr Ersuchen schickte er einige seiner besten Arbeiter nach Springfield und Harper's Ferry, um dort sein System einzuführen. *Whitney* errichtete seine Fabrik entweder 1798 oder 1800 und beschäftigte anfänglich etwa 60 Arbeiter. Oberst *North* zog 1813 von Berlin (U.S.A.) nach Middletown und baute dort mit einem Kostenaufwand von etwa 100 000 Dollar eine Fabrik, in der 70 Mann beschäftigt waren, die täglich etwa 30 Pistolen herstellten. Im Jahre 1815 war der Austauschbau in beiden Fabriken gut im Gange.

Die Heereswerkstatt in Springfield war während der Revolution gegründet, und zwar hauptsächlich, um Kanonen herzustellen. Im Jahre 1792 ermächtigte der Congreß den Präsidenten, zwei staatliche Werkstätten für Handfeuerwaffen zu errichten. Sie wurden im Norden in Springfield und im Süden in Harper's Ferry angelegt. Hauptmann *Hall* erhielt im Jahre 1811 ein Patent auf ein Gewehr, das 1819 als Normalgewehr für die Armee vorgeschrieben wurde, und die Regierung übernahm es, die Herstellung in einer ihrer eigenen Werkstätten vorzunehmen. Hauptmann *Hall* wurde mit der Leitung der Arbeiten beauftragt, und Harper's Ferry wurde auf Austauschbau eingerichtet[59]). Später stellten auch private Firmen, wie z. B. Oberst *North*, eine große Anzahl dieser Gewehre her. Im Jahre 1828 finden wir in einem Lieferungsvertrag des Oberst *North* den Grundsatz der Auswechselbarkeit noch weiter ausgedehnt. Darin wurde garantiert, daß die einzelnen Teile nicht nur mit den gleichen Teilen der im Auftrag vorgesehenen Gewehre auswechselbar sein sollten, sondern auch in gleicher Weise mit denen der Gewehre, die in den Staatswerkstätten bereits angefertigt oder dort in Arbeit waren[60]).

Im Jahre 1836 erfand *Samuel Colt* den Revolver, und der erste Auftrag, den er von der Regierung erhielt, wurde 1847 in Whitneys Fabrik ausgeführt. Etwa 1850 beschloß *Colt*, eine eigene Fabrik zu errichten. Er zog nach Hartford und baute dort 1854/55 die jetzt noch bestehende Colts Armory, wo die Grundsätze des Austauschbaus in weitestgehender Form durchgeführt wurden. Handarbeit war hier beinahe ganz ausgeschaltet, dafür wurden automatische und halbautomatische Maschinen benutzt. Eine für diese Fabrik von der Firma George S. Lincoln & Company gebaute Fräsmaschine ist heute noch unter dem Namen „Lincoln-Fräser" bekannt. *E. K. Root*, der in der Coltschen Fabrik Betriebsleiter war, übte auf die Entwicklung der Herstellungsverfahren dieser Zeit einen nachhaltigen Einfluß aus. Er schuf für die Gesenkschmiedekunst die noch heute gültigen Grundlagen. Zuerst benutzte er einen Fallhammer, bei dem vier verschiedene Gesenke im Kreis um eine Säule herum angeordnet waren. Die vier Bären wurden zuerst durch Zahnstangen und Anschläge betätigt und später durch eine zentrale Schraube; der Arbeiter ging um die Maschine herum und benutzte nacheinander die verschiedenen Gesenke. Ein paar Jahre später wurde die heutige Form des Brettfallhammers ausgebildet. Zwei bedeutende Männer bei der Firma George S. Lincoln & Company waren der Betriebsleiter *Francis A. Pratt* und *Amos Whitney*, Leiter der Auftragsabteilung; sie gründeten später gemeinsam die Firma Pratt & Whitney.

Im Jahre 1857 begann die Firma Smith & Wesson in Springfield nach einem ähnlichen Arbeitsverfahren Revolver herzustellen. *Smith* hatte in der alten Fabrik von Whitney gearbeitet. Eine andere Firma von Bedeutung war Robbins & Lawrence in Windsor, Vt., die später in die Windsor Machine Company umgewandelt wurde. *Frederick W. Howe* baute dort eine Anzahl Maschinen zum Profilfräsen, sowie für das Bohren des Laufes und für das Schneiden der Züge, auch soll er im Jahre 1852 die erste „Universal"-Fräsmaschine entworfen haben[61]). Die im Jahre 1829 gegründete Ames Manufacturing Company in Chicopee befaßte sich ebenfalls mit derartigen Arbeiten. Vom Jahre 1850 an begann der Gedanke des Austauschbaus auch in Europa Fuß zu fassen. Im Jahre 1851 stellte die Firma Robbins & Lawrence auf der Londoner Weltausstellung Gewehre mit austauschbaren Teilen aus, die großes Aufsehen erregten. Im Jahre 1853 kam eine britische Abordnung nach den Vereinigten Staaten und besuchte die Regierungs- und Privatwaffenfabriken, die Ames Manufacturing Company und Robbins & Lawrence. Während des Besuches dieser Abordnung in Springfield ließ Major *Ripley*, der Betriebsleiter der Waffenfabrik, zehn Gewehre, die in zehn aufeinander folgenden Jahren von 1843 bis 1853 hergestellt waren, auseinandernehmen und die Gewehre dann aus zufällig herausgegriffenen Stücken wieder zusammensetzen.

Auf Grund dieses Besuches wurden von der englischen Regierung 20 000 auswechselbare Enfield-Gewehre bestellt, und im Jahre 1855 wurden 157 Maschinen für die Herstellung von Gewehren nach England versandt. Darunter waren 74 Fräsmaschinen, 23 Bohrmaschinen, 5 Gewindebohrmaschinen und 7 Profiliermaschinen. Die übrigen waren Spezialmaschinen zum Schneiden von Gewinden, der Züge, zum Drehen, Bohren usw.[62]). In dieser Maschinenliste findet man kaum eine Drehbank, und auch von einer Revolverdrehbank wird nichts erwähnt. 10 oder 15 Jahre später würden diese Maschinen einen großen Teil der Lieferung gebildet haben. *James H. Burton*, der früher

57) s. Fußnote 49.
58) *Blake*, a. a. O. S. 300.
59) S. N. D. und R. H. North, a. a. O. S. 168 bis 169.
60) Ebenda, S. 160.
61) Nicht mit der Universal-Fräsmaschine von Brown & Sharpe zu verwechseln, die von *Joseph R. Brown* 1871 erfunden wurde.
62) *Fitch:* Report on Manufactures of Interchangeable Mechanismus in U. S. Census 1880, Band über Manufactures.

Digitized by Google

in der staatlichen Waffenfabrik von Harper's Ferry und zu jener Zeit in der Ames Manufacturing Company tätig war, ging nach England, um dort den Austauschbau einzuführen und die Leitung des neuen Betriebes zu übernehmen. Es wird angegeben, daß allein die Ames Manufacturing Company 400 bis 500 Schaftmaschinen, Bauart Blanchard, auf Grund dieser ersten Auslandsaufträge geliefert hat. Innerhalb der nächsten 15 bis 20 Jahre wurden an fast jedes Land in Europa amerikanische Maschinen zur Herstellung von Gewehren geliefert, sie alle waren für Austauschbau eingerichtet, der überall als das „amerikanische System" bekannt war.

In England beteiligte sich *Nasmyth* an der Einführung der neuen Maschinen. Die Erwähnung dieser Tatsache in seinen Lebenserinnerungen wirft ein Licht auf die Stellung der englischen Ingenieure zum Austauschbau:

„Im Jahre 1853 wurde ich zum Mitglied des Ausschusses für Handfeuerwaffen ernannt, um die Fabrik für Handfeuerwaffen in Enfield umzustellen, oder vielmehr, um sie vollkommen neu einzurichten. Der großartige Erfolg des Zündnadelgewehrs im Krieg zwischen Preußen und Dänemark im Jahre 1848 hatte bei unseren maßgebenden militärischen Stellen ernste Besorgnis hinsichtlich des Standes unserer Bewaffnung erregt. Der Herzog von Wellington trat bis zuletzt dafür ein, daß die „Brown Bess" als Waffe zur Verteidigung wie zum Angriff vollkommen genüge, aber die Angelegenheit ließ sich nicht mehr hinausschieben. Die Regierung der Vereinigten Staaten hatte, obwohl sie nur ein kleines stehendes Heer besitzt, in Springfield eine Handfeuerwaffenfabrik errichtet, wo sie durch besonders ausgeführte Werkzeugmaschinen alle Teile von Gewehren mit unfehlbarer Genauigkeit herstellen ließ und daher in der Lage war, auf handwerksmäßige Geschicklichkeit zu verzichten und Waffen in jeder Menge zu erzeugen. So wurde schließlich beschlossen, die Bewaffnung der englischen Armee zu verbessern, und zwar sollte das „amerikanische System"[63]) eingeführt werden, nach dem die Waffen viel vollkommener und mit großer Kostenersparnis hergestellt werden konnten. Dieser Beschluß führte zur Bildung des Ausschusses für Handfeuerwaffen.

„Oberst *Colt* hatte einige hervorragende Muster der wunderbaren, in Springfield[64]) benutzten Werkzeuge nach England gebracht und in Pimlico eine Fabrik errichtet, in der er seine bekannten Revolver herzustellen gedachte. Der Ausschuß beschloß, der amerikanischen staatlichen Waffenfabrik in Springfield persönlich einen Besuch abzustatten. Meine geschäftlichen Verpflichtungen verhinderten mich, die für die Reise bestimmten Mitglieder zu begleiten, aber da mein Freund *John Anderson* (jetzt Sir *John*) ihr Führer war, hatte die Abordnung in ihm den tüchtigsten und fähigsten Berater. Er lenkte die Aufmerksamkeit auf die wichtigsten und nützlichsten Einzelheiten dieses vorbildlichen Werkes. Die Regierung der Vereinigten Staaten zeigte großes Entgegenkommen und gestattete der Abordnung, sich jede nur mögliche Auskunft zu verschaffen; die Leiter der verschiedenen Abteilungen, die sehr tüchtig und zuvorkommend waren, erwiesen ihr jede Aufmerksamkeit und Liebenswürdigkeit.

„Die Mitglieder der Abordnung kehrten voller Begeisterung über die Ergebnisse ihrer Studienreise zurück. Der Ausschuß ging sofort daran, die Fabrik für Handfeuerwaffen in Enfield vollkommen umzustellen. Die Werkstätten wurden mit einer vollständigen Reihe von Spezialwerkzeugmaschinen ausgerüstet, die zum größten Teil aus der Springfieldfabrik stammen[65]). Die Regierung der Vereinigten Staaten hat auch erlaubt, daß einige ihrer besten und erfahrensten Arbeiter und Betriebsleiter in den Dienst der englischen Regierung treten[66])."

Beim Gebrauch des Ausdrucks „auswechselbar" muß man sich vor Augen halten, daß sich die Bedeutung dieses Wortes im Laufe der Jahre veränderte. Die Auswechselbarkeit von 1813 würde man 1855 kaum haben gelten lassen und heutzutage erst recht nicht. Als *Hall* 1824 in Harper's Ferry seine ersten 100 Gewehre fertiggestellt hatte, hieß es, daß das Gelenk des Verschlußstückes so eingefügt war, daß ein Blatt Papier leicht darin hin und hergeschoben werden konnte, daß aber zwei Blatt steckenblieben. Dieses Meßsystem wird allen Maschinenbauern, die vor den Tagen des Mikrometers aufgewachsen sind, noch in Erinnerung sein. Als Oberst *North* seinen ersten Staatsauftrag auf Gewehre erhielt, gab man ihm zwei Muster, nach denen er arbeiten sollte. Diese Muster waren aber einander so unähnlich, daß er bat, eines beiseitelegen und seine Maße von dem anderen abnehmen zu dürfen.

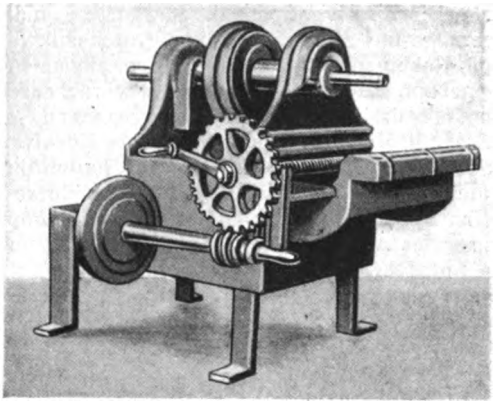


Abb. 3. Die erste Fräsmaschine, um 1818 von *Eli Whitney* gebaut, ist jetzt im Besitz der Sheffield Scientific School der Yale-Universität

Was die mit dem Austauschbau zusammenhängenden Werkzeuge anbetrifft, so waren die Bohrlehren schon sehr früh, wahrscheinlich von Anfang an, im Gebrauch. Die Feillehre soll von *Selah North*, einem Sohn Oberst Norths, erfunden worden sein, aber sie wurde fast zur gleichen Zeit auch von *Whitney* benutzt. Um 1820 benutzten sowohl *Whitney* wie *North* einfache Fräsmaschinen. Bereits in der französischen Enzyklopädie von 1772 ist eine Art leichter Fräsmaschinen abgebildet; aber die erste wirklich leistungsfähige Fräsmaschine wurde kurz vor 1818 von *Whitney* gebaut, Abb. 3. Diese Maschine ist noch vorhanden; sie ist jetzt im Besitz der Sheffield Scientific School der Yale-Universität[67]).

In den Jahren 1817 bis 1822 wurde das Schmieden im Handgesenk eingeführt; außerdem kamen Sondermaschinen für das Ausdrehen des Laufes und die Blanchard-Drehbank für Gewehrschäfte auf. Meßlehren sollen bereits im Jahre 1829 in Middletown verwendet worden sein; im Jahre 1840 waren sie in Springfield in ständigem Gebrauch. Die automatische Maschine für die Schaftbearbeitung wurde zuerst 1818 von *Blanchard* für die staatliche Waffenfabrik in Springfield ausgeführt, Abb. 4. Die Genauigkeit, die mit dieser Maschine erreicht wurde, war zu jener Zeit größer als die der Metallbearbeitungsmaschinen, und um die an den Metallteilen noch vorhandenen Abweichungen auszugleichen, ersann *Blanchard* eine Maschine, die die einzelnen Schloßplatten als Vorlage benutzte und den Schaft dazu passend ausarbeitete. Solche Maschinen wurden in Springfield bis zum Jahre 1840 benutzt. Dann aber wurde dieses Verfahren überflüssig, da man inzwischen gelernt hatte, die Metallteile mit der gleichen Genauigkeit wie die Holzteile zu bearbeiten. Eine Genauigkeit, wie sie heutzutage selbstverständlich ist, war bei der Gestaltung der Metallteile nicht möglich, bis die Fräs-

[63]) Der Sperrdruck stammt vom Verfasser dieses Aufsatzes.
[64]) Hartford?
[65]) Das muß ein Irrtum sein. Die Maschinen sind wahrscheinlich in der Hauptsache von Robbins & Lawrence und der Ames Mfg. Co. geliefert worden. Mr. *Burton* von der letztgenannten Gesellschaft hat sie aufgestellt.
[66]) Selbstbiographie von James Nasmyth. Hrsg. Smiles. London 1883. S. 362 bis 363.
[67]) Eine ausführliche Beschreibung dieser Maschine und ihrer Geschichte befindet sich im American Machinist, Bd. 36 (1912), S. 1037.

Digitized by Google

maschine zur Bearbeitung unregelmäßiger Formen in den vierziger Jahren allgemeine Verwendung fand. Als 1842 in Springfield ein neues Gewehr hergestellt werden sollte, war ein vollständiger Satz von Bohrlehren, Aufnahmen, Gewindebohrern und Meßlehren angefertigt. Die Profiliermaschine wurde von *F. W. Howe*, *R. S. Lawrence* und *E. K. Root* zwischen 1848 und 1852 entwickelt. Ein Fallhammer mit Gesenken wurde schon 1827 von *Hall* in Harper's Ferry in Betrieb genommen. Der Hammerkopf wurde von einer Kette gehoben und dann in der gewünschten Höhe durch einen Anschlag ausgelöst. Später erfand *Peck* seinen Hebemechanismus, der mit einem Gurt arbeitete. Den Fallhammer von *Root* haben wir schon erwähnt. Der Brettfallhammer war hauptsächlich *Spencers* Werk.

Es gibt aber kaum eine Maschine, die den Austauschbau so stark gefördert hat wie die automatische Revolverdrehbank. Die Revolverdrehbank, „die erste grundlegende Verbesserung an *Maudslays* Supportdrehbank", wurde 1854 von Robbins & Lawrence für den allgemeinen Gebrauch gebaut. Sie soll aus einer Schraubenschneidemaschine mit drehbarem Kopf hervorgegangen sein, die *Henry Stone* in Hartford sah. Die Idee des Revolverkopfes stammt nicht von *Stone*. *Root* und *Howe* hatten ihn schon einige Jahre vorher angewandt, und auch mehrere andere hatten ihn benutzt. Aber alle diese Revolverköpfe, mit Ausnahme des von *Howe*, haben vermutlich eine horizontale Spindel gehabt statt der jetzt allgemein üblichen vertikalen. Spätere Verbesserungen durch *C. M. Spencer* und eine lange Reihe hervorragender Maschinenbauer haben die Genauigkeit der Revolverdrehbank erhöht und sie einer automatischen Maschine viel näher gebracht als irgendeine andere Art von allgemeiner Werkzeugmaschine. Heutzutage ist sie zusammen mit der Fräsmaschine die wichtigste Maschine für den Austauschbau.

In dieser Skizze über die Entwicklung des Austauschbaus in amerikanischen Werkstätten haben wir uns hauptsächlich auf die Gewehrfabrikanten beschränkt. Sie waren keineswegs die einzigen, die Anteil an dieser Entwicklung hatten, aber sie stellten sich zuerst auf den Austauschbau ein, sie legten die zugehörigen Arbeitsverfahren fest und entwickelten die meisten Maschinen, die für den Austauschbau typisch sind. Um 1830 herum fing *Chauncey Jerome* mit der Herstellung von Messinguhren an. *Terry*, *Thomas* und andere Mechaniker in Connecticut hatten bis dahin Holzuhren angefertigt, die dann aber den Metalluhren weichen mußten, als die Vorteile des Austauschbaus erkannt wurden. Im Jahre 1848 gründete dann *A. L. Dennison* die American Watch Company in Waltham. Der Austauschbau hat nirgends eine höhere Entwicklung erreicht als bei dieser und anderen großen Uhrenfabriken. Im Jahre 1846 erhielt *Elias Howe* ein Patent auf Nähmaschinen, und nach vier oder fünf Jahren wurde ihre Herstellung im großen Stil betrieben. Diese beiden Industrien, die Uhren- und Nähmaschinenindustrie, machten sich ein Fabrikationssystem zunutze, das damals schon fest gegründet war. Seit jener Zeit ist es auf eine große Zahl anderer Gegenstände ausgedehnt worden.

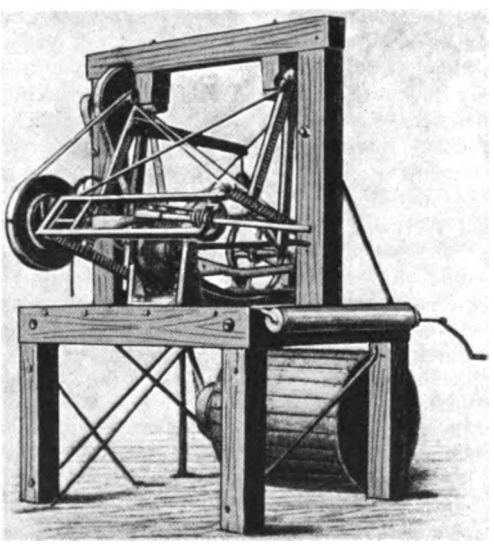


Abb. 4. *Blanchards* Gewehrschaft-Drehbank (1818). Die Maschine war mehr als 50 Jahre in der Waffenfabrik in Springfield in Gebrauch

Digitized by Google

AUS DER GESCHICHTE DER ZYLINDERBOHRMASCHINE

Von Hans Häneke, Berlin

In der Geschichte der technischen Praxis haben die Herstellungsverfahren oft die entscheidende Rolle gespielt. Manche an sich gute und geistreiche Idee scheiterte daran, daß man zur Zeit der Erfindung die Bearbeitung noch nicht genügend entwickelt hatte, um die Idee in die Wirklichkeit umzusetzen. *Huygens* hatte den Gedanken der atmosphärischen Kolbenmaschine bereits 1681 fertig vor sich. An der Unmöglichkeit, brauchbare Zylinder herzustellen, scheiterte die Ausführung, und die Maschine wurde erst über ein Jahrhundert später von *Newcomen* gebaut. *James Watt* erblickte einen großen Fortschritt darin, daß es ihm gelang, mit neuen Zylinderbohrmaschinen die Abweichung auf höchstens ¼ Zoll

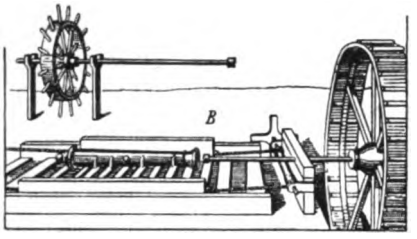


Abb. 1. Kanonenbohrmaschine nach *Biringuccio* (1540)

(rd. 6 mm) herabzumindern. In den seither vergangenen 150 Jahren haben wir gelernt, Bohrungen auf tausendstel Millimeter genau herzustellen.

Die Vorläufer der Zylinderbohrmaschinen waren die alten Kanonenbohrmaschinen. *Biringuccios* „Pirotechnia" (Venedig 1540) enthält die genaue Beschreibung einer solchen Maschine[1]), Abb. 1. Ihr Antrieb erfolgte durch ein von Menschenkraft bewegtes Tretrad, das, wo nötig, durch ein Handschwungrad mit Spillen oder mit Kurbel ersetzt wurde. Das Tretrad ist so eingerichtet, daß im Innern zwei Menschen treten können. In die Nabe war eine starke Stange eingesetzt, die am Ende den Bohrer trug, so lang, daß das ganze Geschützrohr bis zum Boden der Höhlung ausgebohrt werden konnte. In geringem Abstand vom Triebrade, der vielleicht ¹/₄ der ganzen Länge betrug, war die Bohrstange nochmals gelagert. Hierbei war der Gang natürlich sehr ungleichmäßig und die erzielte Genauigkeit gering. Das auszubohrende Rohr wurde auf einem hölzernen Schlitten befestigt, der auf dem ebenfalls hölzernen Bett durch drei Querwalzen beweglich gemacht war. Der Vorschub wurde dem Rohr durch einen Haspel erteilt, von dem zwei Seile zum Schlitten gingen. Hinter der Bohrmaschine befand sich ein zweiter Haspel zum Zurückholen des Rohres.

Die Bohrer bestanden aus Stahl und waren auf die Bohrstange vorn aufgeschweißt; *Biringuccio* beschreibt verschiedene Formen. In Abb. 1 ist eine Art Kronenbohrer benutzt. Abb. 2 zeigt in *a* und *c* regelrechte Messerköpfe. Der Bohrschaft in *a* ist eine eichene Stange; vorn sind zweimal vier Schneiden von gehärtetem Stahl eingelassen. Drei eiserne Ringe vor, zwischen und hinter den Schneidstählen sicherten diese und ermöglichten leichtes Auswechseln. *b* ist ein sogenannter französischer Bohrer mit scharfen gehärteten Stahlschneiden. Die Schneidleistung war gut, doch ließ die Genauigkeit zu wünschen übrig. Der in *c* dargestellte Bohrer mutet fast wie eine neuzeitliche Reibahle an. In den bronzenen Kopf wurden in schwalbenschwanzförmige Nuten die Schneidmesser eingepaßt. *Biringuccio* empfiehlt, nicht mehr als vier Schneiden vorzusehen, da sonst der Kraftbedarf für die Treträder zu groß ist. Mit diesen Bohrköpfen wurden auch Mörser von ziemlich großem Durchmesser ausgebohrt. Die Rohre, welche *Biringuccio* bearbeitete, waren aus Bronze und über einen Kern hohl gegossen.

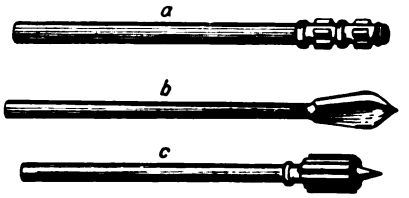


Abb. 2. Bohrer für *Biringuccios* Kanonen-Bohrmaschine

Das Bohren aus dem Vollen lernte man erst im Anfang des 18. Jahrhunderts. Besonders der Berner Gießer *Johann Maritz* (um 1740) wurde wegen seiner Kunstfertigkeit gerühmt. Er goß massive Kanonenrohre aus Bronze und bohrte sie mit einer selbst erfundenen wagerechten Bohrmaschine so aus, daß der Kern als ein massives Stück herausgenommen werden konnte; er muß also eine Art Zentrumsbohrer verwendet haben. Die Bauarten jener Zeit sind verschieden; besonders tauchen Maschinen auf, bei denen das Rohr die Drehbewegung macht, während der Bohrer feststeht und nur den Vorschub erhält.

Bohrwerke mit wagerechter Spindel

Mit der atmosphärischen Dampfmaschine *Newcomens* 1712 tauchte die Aufgabe auf, diese viel größeren Durchmesser genau rund herzustellen. *Newcomen* scheint seine Zylinder nach dem Guß nur mit Schmirgel und Feile geglättet zu haben. Die Undichtigkeit und rasche Abnutzung der Zylinder führte zu Versuchen, die von der Kanonenfabrikation her bekannte Bohrmaschine auch für diese Arbeit verwendbar zu machen. Der Bohrkopf muß den gleichen Durchmesser wie der zu bohrende Zylinder haben; er nahm die Form einer gußeisernen Scheibe an, in deren Umfang die Schneiden eingelassen waren. Die Zylinder der atmosphärischen Maschinen hatten Durchmesser von 1 bis 1½, ja 2 m. Die Bohrköpfe wurden natürlich sehr schwer, so daß die Bohrer nur auf der unteren Hälfte des Zylinders schnitten. Da außerdem die einzige Führung die Wandungen des Zylinders bildeten, war die Bohrung weder gerade noch rund. Man suchte sich zu helfen, indem man die Bohrungen viermal wiederholte und jedesmal den Zylinder um 90° versetzte, ohne wesentlich bessere Erfolge zu erzielen.

[1]) Vgl. Biringuccios Pirotechnia, übersetzt und erläutert von Dr. *Otto Johannsen*. Braunschweig 1925, Friedrich Vieweg & Sohn A.-G. S. 364 ff. — Diese „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 16, Berlin 1926, enthalten S. 153 ff. eine ausführliche Würdigung dieses Werkes.

Digitized by Google

Eine bedeutende Verbesserung schuf *Smeaton* 1769. Ein kleiner vierrädriger Wagen, der im Innern des Zylinders lief, nahm auf der einen Seite an einer Öse das äußere Ende des Bohrschaftes auf und glich das Gewicht durch Hebel mit daranhängendem Gewicht aus, Abb. 3.

Die wichtigsten Fortschritte in der Entwicklung der Zylinderbohrbänke sind auf *John Wilkinson* (1728 bis 1808) zurückzuführen. Er ersetzte den einseitig gelagerten Bohrschaft durch die Bohrstange, die an beiden Enden in Lagern ruhte, und machte den Messerkopf auf dieser Bohrstange verschiebbar. Wahrscheinlich hat *Wilkinson*

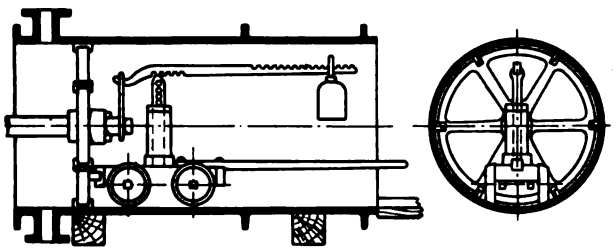


Abb. 3. Ausgleich des Gewichtes der Bohrstange durch einen in der Bohrung laufenden Wagen mit Gegengewicht (*Smeaton* 1769)

diese Erfindung 1775 gemacht und den ersten brauchbaren eisernen Dampfmaschinenzylinder für *James Watt* auf dieser Maschine gebohrt. 1774 hatte *Watt* noch einen Zylinder aus gehämmertem Zinn angefertigt, aber 1775 als unbrauchbar verwerfen müssen. Im April des gleichen Jahres erhielt er dann von *Wilkinson* einen gußeisernen sauber gebohrten Zylinder von 72″ (1830 mm) Durchmesser und konnte an *Smeaton* schreiben, daß „der Zylinder an der schlechtesten Stelle nicht mehr als die Dicke eines schwachen sixpence-Stückes abwich". Ein Patent nahm *Wilkinson* auf seine Erfindung anscheinend nicht, und so konnte es geschehen, daß 1780 in Coalbrookdale, 1781 bei Banks & Onions in Benthale, 1782 bei Hornblower und 1792 in der Eagle Foundry in Birmingham ebenfalls solche Maschinen gebaut wurden.

sind als Bohrstangen für die Zylinderbohrmaschinen ausgebildet; die größere hat 12″ (300 mm) Durchmesser und 15′ (4500 mm) Länge, die kleinere 10″ (250 mm) Durchmesser bei 14′ (4200 mm) Länge. Die Zylinder von 45″ (1070 mm) und 27″ (685 mm) Dmr. sind auf der Zeichnung bei beiden Wellen aufgespannt dargestellt; die Befestigung ist durch Ketten bewirkt. Die Bohrstange ist hohl, und der Messerkopf ist verschiebbar auf ihr angeordnet, wobei die Verbindung zwischen Bohrkopf und Bohrstange durch Nuten längs der ganzen Welle hergestellt ist. Die Erfindung der hohlen Bohrwelle wurde bisher irrtümlicherweise *Murdock* zugeschrieben; die Hohlwelle ist jedoch tatsächlich schon früher von *Wilkinson* angewandt. In der Bohrwelle läuft eine Stange, die dem Vorschub des Bohrkopfes dient. Diese Stange ist gegen Drehung gesichert durch die am äußeren Ende angebrachte Führung. Der Vorschub wurde dem Bohrkopf durch einen gewichtbelasteten Hebel erteilt, wie man es vom Geschützbohren her kannte. Die in der Zeichnung links unten dargestellte Vorrichtung scheint eine Plandrehbank zu sein, die der Bearbeitung der Zylinderdeckel, der Kolben und der Bohrköpfe gedient haben wird. Auf der Welle ist eine Art Spannfutter, gegenüber ein Reitstock. Auf der andern Seite eine Drehbank mit Spindelstock, beweglichem Reitstock und langem hölzernen Bett.

Aus Deutschland sind von jener Zeit wenige Bohrwerke bekannt. *C. Matschoß* bringt in der „Entwicklung der Dampfmaschine" (Berlin 1908, Bd. 2, S. 630) die Abbildung des Drehwerkes, auf dem *Holtzhausen* in Malapane um 1800 seine Dampfmaschinenzylinder herstellte, Abb. 5. Die Lagerung der Bohrwelle ist recht gut, so daß der Durchbiegung infolge der Last des Schneidkopfes weitgehend begegnet war. Die Bohrwelle ist, im Gegensatz zu Abb. 3, massiv, der Bohrkopf ist auf ihr verschiebbar angeordnet. Der Vorschub wird durch die beiden auf Rollen gelagerten Zahnstangen bewirkt, die mit ihrem ringförmig ausgebildeten Endstück in einen Halsansatz des Messerkopfes eingreifen. Über diese Zahnstangen ist eine mit zwei kleinen Zahnrädern versehene Querwelle gelegt, an deren äußeren

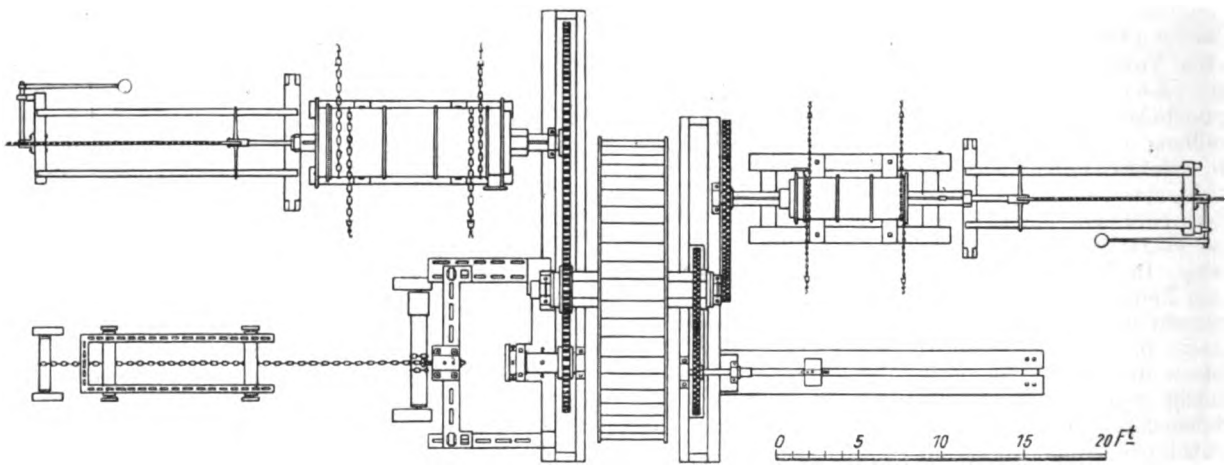


Abb. 4. Wagerechte Zylinderbohrmaschine für Dampfmaschinen-Zylinder (*Wilkinson* 1795)

Bei der Hundertjahrfeier von *Watts* Todestag 1919 fand man in Birmingham unter alten Zeichnungen von *Watt* auch die Darstellung einer solchen *Wilkinson*schen Bohrmaschine, die wahrscheinlich als Unterlage für den Bau der Maschine bei Neueinrichtung der Werkstätten in Soho 1795 dienen sollte[2]). Eine Kopie dieser Zeichnung, Abb. 4, besitzt das Science-Museum in London-Kensington.

Ein Wasserrad treibt mittels Zahnradvorgelege auf jeder Seite zwei wagerechte Wellen. Zwei dieser Wellen Enden gewichtbelastete Hebel angreifen. Durch die Hebelkraft drücken die Gewichte mittels der Übertragung durch die Zahnräder die Zahnstangen vor, die den Messerkopf mitnehmen.

Ein auf ähnlichen Grundsätzen beruhendes Bohrwerk, Abb. 6, bestand in Gleiwitz; die Zeichnung befand sich beim Oberbergamt in Breslau. Das Bohrwerk war umgebaut aus einer alten Kanonenbohrmaschine. Der Vorschub erfolgte auch hier durch gewichtbelastete Hebel, die in diesem Falle einen in Führungen verschiebbaren Schlitten bewegten, auf dem die Bohrspindel verstellbar gelagert war. Die Verstellbarkeit dürfte dazu gedient haben, bei verschiedener Länge der zu bohrenden Zylin-

[2]) Zuerst veröffentlicht in „The Engineer", Bd. 138 (1924), S. 686 u. 715. *E. A. Forward*, The early History of the Cylinder boring machine.

Digitized by Google

der jeweils möglichst günstig verteilte Lagerstellen und möglichst kurze Leerlaufwege zu erhalten.

Bei den bisher beschriebenen Maschinen wurde der Vorschub durch eine gesonderte Antriebkraft, durch Haspel oder durch Gewichtshebel, bewirkt. Um 1800 beginnen die Bemühungen, den Vorschub zwangläufig zu machen und durch Zahnradsysteme von der Antriebwelle oder Bohrspindel abzuleiten. Im Science-Museum in Kensington ist eine alte Bohrwelle, die wahrscheinlich in Bersham von *Wilkinson* für Boulton & Watt angefertigt war, um als Ersatz für die Bohrwelle einer

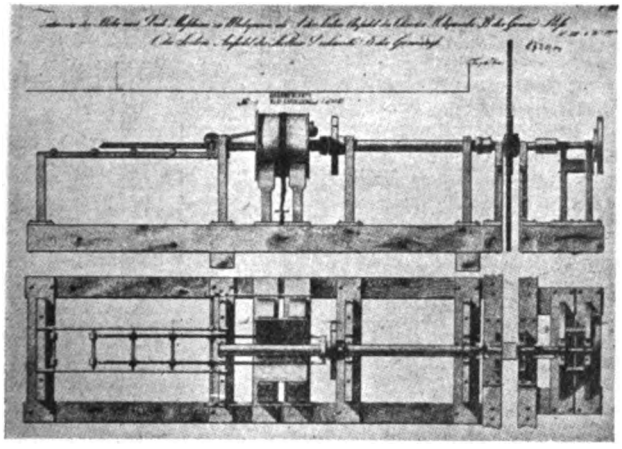


Abb. 5. Zylinder-Drehwerk in Malapane von *Holtzhausen* um 1800

Maschine nach Abb. 3 zu dienen, später aber in den Besitz von *Rigby* überging, Abb. 7. Die Welle ist offenbar im Laufe ihrer Lebensdauer verschiedenen Änderungen unterzogen worden, doch hat sie im wesentlichen die abgebildete Form etwa 1795 erhalten, wie aus der Geschenkurkunde an das Science-Museum hervorgeht. Allerdings fällt auf, wie außerordentlich fein durchdacht und mit welcher Geschicklichkeit die Konstruktion im Gegensatz zu andern Maschinen der gleichen Zeit durchgeführt ist. Die Welle ist etwa 15 Fuß (4500 mm) lang bei 11⁷/₈″ (300 mm) Dmr. Das freie Ende hat wahrscheinlich das Antriebzahnrad auf einem nicht mehr vorhandenen Vierkantzapfen getragen. Die Welle ist hohl; innen läuft eine Schraubenspindel von 2½″ (63,5 mm) Dmr.

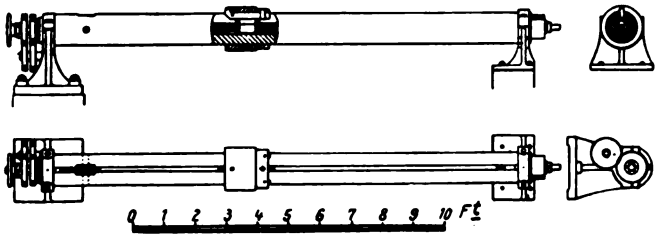


Abb. 7. Bohrstange mit selbsttätigem Vorschub von *Wilkinson*, wahrscheinlich 1795

mit Trapezgewinde von 2 Gang auf 1″. Der Bohrkopf wird mitgenommen durch eine Mutter, die durch einen der Länge der Welle entlang laufenden Schlitz geht. Um die Mutter durch diesen schmalen Schlitz einschieben zu können, hat dieser an seinem linken Ende eine kurze Erweiterung. Der Vorschub erfolgt, indem man die Schraubenspindel etwas langsamer laufen läßt als die Bohrwelle. Hierzu dient das Rädervorgelege. Auf der Bohrwelle festgekeilt ist ein Zahnrad mit 60 Zähnen, das in ein solches von 63 Rädern eingreift. Mit diesem auf dem gleichen Wellenstummel verbunden ist ein Rad von 60 Zähnen, das wieder in ein 63er Rad eingreift, das durch eine von Hand zu betätigende Klauenkuppelung mit der Schraubenspindel gekuppelt wird. Hierbei bleibt die Schraube bei einer Umdrehung der Bohrwelle um etwa $^1/_{11}$ Umdrehung zurück; dies ergibt bei der Steigung von 2 Gang auf 1″ rd. 1,8 mm Vorschub. Der Hauptvorteil dieser Maschine ist ihre sehr kurze Bauart, die nur $^1/_3$ bis ½ der bisherigen Längen betrug. Die Antriebart ist in allen wesentlichen Punkten später beibehalten worden. So bringen *Hart* (Die Werkzeugmaschine, Heidelberg 1867, S. 110 u. Tafel XXVI) und *Hartig* (Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Dresden 1873. S. 125 u. Tafel VIII) nach genau den gleichen

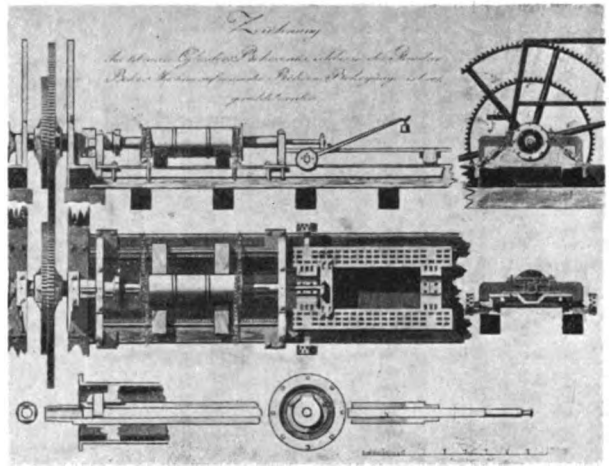


Abb. 6. Zylinderbohrwerk in Gleiwitz um 1800

Grundlinien gebaute Maschinen. Außer Lagerung, Auswechselbarkeit der Zahnräder und dem Antrieb durch Riemenscheibe ist kaum etwas geändert.

Eine andre bemerkenswerte Konstruktion wurde 1838 bei *Cockerill* in Seraing ausgeführt, Abb. 8. *Adolph Poppe* beschreibt das Bohrwerk in seinen „Technischen Notizen, auf einer Reise durch Belgien und Westphalen gesammelt", die *Dingler* 1838 in seinem Polytechnischen Journal (Bd. 69, S. 184) abdruckt. Auf der massiven vierkantigen Welle *A* sitzt verschiebbar der Bohrkopf *B*, der seinen Vorschub durch die Schraubenspindeln *E* und *F* erhält,

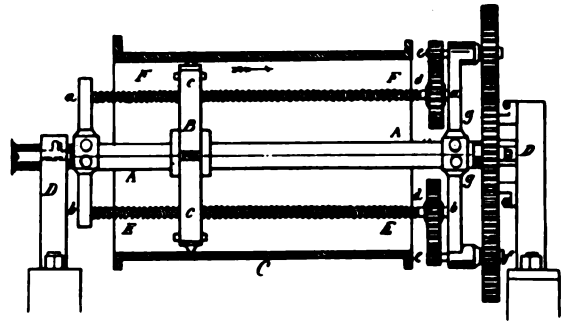


Abb. 8. Zylinder-Bohrmaschine mit selbsttätigem Vorschub (*Cockerill* 1838)

die außer der mit dem Bohrkopf gemeinschaftlichen Drehung um die Hauptachse *A* noch eine besondere Bewegung um ihre eigene Achse haben. Jede der Scheiben trägt an ihrem Ende außerhalb des Zylinders ein Stirnrad *d*; dieses steht mit dem Getriebe *e* im Eingriff, dessen Achse das Stirnrad *f* trägt. Nun greifen die Räder *f*, *f* in ein Rad *g*, welches konzentrisch zur Hauptachse unbewegbar am Gestell *D* befestigt ist. Wird die Maschine in Gang gesetzt, so umkreisen die Räder *f*, *f* das Rad *g* und geraten durch den Eingriff in Drehung. Je nach der Bemessung der Zahnräder werden sich die Spindeln langsamer oder schneller um ihre eigene Achse drehen und dem Bohrkopf größeren oder geringeren Vorschub geben.

Digitized by Google

Der Berichterstatter sagt, daß dieses Bohrwerk das einzige der Art auf dem ganzen Kontinent sei. Als Hauptvorteil gibt er an, daß die Maschine einen dreimal geringeren Raum in der Länge einnehme gegenüber den sonst im Gebrauch befindlichen Maschinen. Demnach scheint es, als seien ihm die englichen Konstruktionen nicht bekannt gewesen. In der Tat müssen die nach Abb. 7 gebauten Maschinen auch in England noch recht selten gewesen sein. *E. A. Forward* beschreibt in seinem oben schon genannten Aufsatz in der Zeitschrift „The Engineer" noch drei weitere wagerechte Bohrwerke verschiedener

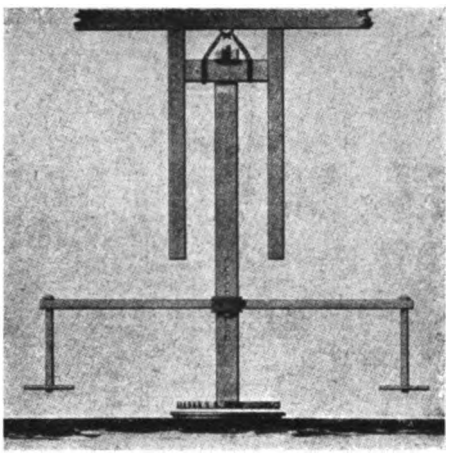


Abb. 9. Einfachste Form des senkrechten Bohrwerks mit Pferdegöpelantrieb. Bis 1800 bei Lüttich im Betrieb

Bauart. Eines davon hat die hohle Bohrwelle mit innen liegender Schraubenspindel, doch wird die Spindel gedreht durch ein Handrad, dessen Buchse als Schraubenmutter ausgebildet ist. Die Maschine wird *Dixon* zugeschrieben und auf 1818 datiert. Die beiden andern, von *Matthew Murray* 1817 und 1822 gebaut, haben zwar Hohlwelle und selbsttätigen Vorschub durch Zahnradvorgelege; bei beiden Maschinen ist jedoch die Schraubenspindel bzw. die Zahnstange mit dem Bohrkopf fest verbunden. Infolgedessen ergeben sich bei allen drei Maschinen Baulängen, die weit über das Doppelte der Nutzlängen hinausgehen. Auch bei den Reiseberichten von Ausländern wird eine solche Maschine bis in die dreißiger Jahre hinein nicht erwähnt. Allerdings sind die englischen Fabrikanten sicher vielfach sehr verschlossen gewesen. So heißt es bei den meisten Berichterstattern, daß sie bei Boulton & Watt in Soho keinen Einlaß finden konnten. Und die wenigen, denen der Zutritt gewährt wurde, beschreiben die Dampfmaschinen, aber nicht die Bearbeitungsmaschinen. So mag es gekommen sein, daß diese Maschine jahrzehntelang geheim und vereinzelt blieb, zumal auch ihre Herstellung an den Maschinenbauer mit den damaligen Hilfsmitteln recht ungewöhnliche Anforderungen stellte.

Bohrwerke mit senkrechter Spindel

Bei den wagerechten Bohrwerken hatte im Anfang eine Hauptschwierigkeit darin bestanden, den durch das Gewicht des Bohrkopfes bewirkten Durchhang auszugleichen. Ein einfaches Mittel, auf das man wahrscheinlich auch schon ziemlich früh gekommen ist, bestand darin, die Bohrwelle senkrecht zu stellen. Die primitivste Lösung ist Abb. 9. Der Antrieb erfolgt durch Göpel, der mit 2 oder 4 Pferden bespannt ist. Die ganze Maschine ist aus Holz gebaut, und auch der Messerkopf besteht aus einer hölzernen Scheibe, in deren Umfang eine größere Anzahl Schneidmesser eingesetzt ist. Das ganze Gerüst ist in der Höhe verschiebbar aufgehängt, und der Vorschub erfolgt einfach dadurch, daß man das Bohrgerüst etwas abläßt. Die Maschine war noch um 1800 in der Lütticher Gegend im Betrieb.

Eine Maschine, deren Bauart etwa der *Holtzhausen*schen Wagerecht-Bohrmaschine zu vergleichen ist, zeigt Abb. 10. Die Zeichnung stellt einen Entwurf *Peter Ewarts* aus dem Jahre 1795 vor, der ebenfalls für Boulton & Watt in Soho bestimmt war. Die Originalzeichnung kam ebenfalls wie die des *Wilkinson*schen Bohrwerkes, Abb. 4, bei der Jahrhundertfeier für *James Watt* in Birmingham 1919 ans Licht. Beachtenswert ist der Kegelradantrieb bei *C*, der der Umwandlung der Drehung um wagerechte in eine solche um senkrechte Achse dient. Die Welle *B* ist schräg gestellt, damit das Kegelrad *C* außerhalb des Drehbereichs

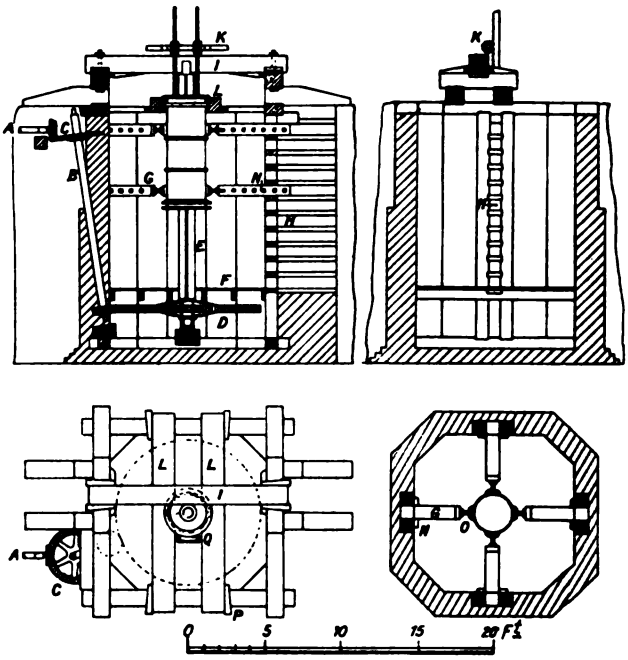


Abb. 10. Senkrecht-Bohrwerk, von *Peter Ewarts* für Soho entworfen, um 1795

bleibt und andererseits das Stirnrad *D* nicht übermäßig groß wird. Aus der doppelten Übersetzung ins Langsame sieht man deutlich, mit welch geringen Drehzahlen man den Zylinder ausbohrte. Der Bohrkopf ist auf der genuteten Welle *E* verschiebbar und mit zwei Zahnstangen verbunden, mit denen die beiden auf der Querwelle *K* aufsitzenden Zahnräder in Eingriff stehen. Der Vorschub erfolgt also durch die von Hand mittels Kurbel zu bewirkende Drehung der Welle *K*. Beachtenswert ist auch die Aufhängung des Zylinders und die zentrische Zuspannung mittels Schrauben.

Den Übergang zum zwangläufigen Vorschub zeigen Abb. 11 und 12. Beide Maschinen sind von der gleichen Firma, Nasmyth, Gaskell & Co., Manchester, erbaut. Während Abb. 11 noch den Vorschub durch die oben herausragende Zahnstange zeigt, ist bei Abb. 12 der selbsttätige Vorschub im Verein mit der verkürzten Bauart vollständig durchgeführt. Bei dieser Maschine dient das unten liegende Zahnrad als Antriebrad. Die Bohrwelle ist massiv, hat aber selbsttätigen Schraubenvorschub. Die Schraubenspindel liegt in einem Schlitz der Bohrwelle und wird angetrieben durch ein exzentrisches Rädervorgelege. Zur Erläuterung der Größenverhältnisse sei bemerkt, daß der in Abb. 12 eingezeichnete Zylinder einen Durchmesser von 73″ (1850 mm) hat.

Die Konstruktionsarbeit an der Zylinderbohrmaschine war etwa 1840 im wesentlichen abgeschlossen. Die später noch vorgenommenen Änderungen sind nicht mehr grundlegender Art. Fest steht, daß *Wilkinson* der Hauptanteil an der Maschine gebührt, doch steht nicht sicher fest, wer wirklich den Vorschub durch Gewindespindel einführte. Die Annahme, daß dies auf *Murdock*

Digitized by Google

zurückzuführen sei, stützt sich darauf, daß er etwa 1790 in Birmingham eine Spindel herstellen ließ, deren Abmessung den Bohrwerken in Soho entsprach, sowie auf die verschiedentliche Erwähnung eines solchen Bohrwerkes bei Boulton & Watt in Soho. Die Angaben reichen jedoch in keinem Falle aus, um den einen oder den andern als Erfinder zu kennzeichnen. Die englischen Quellen führen zu dem Schluß, daß die hohlen Bohrwellen mit Zahnstangenvorschub, die in Soho zur Anwendung kamen, später wahrscheinlich von einem gewissen *Wright* mit dem Schraubenvorschub versehen wurden.

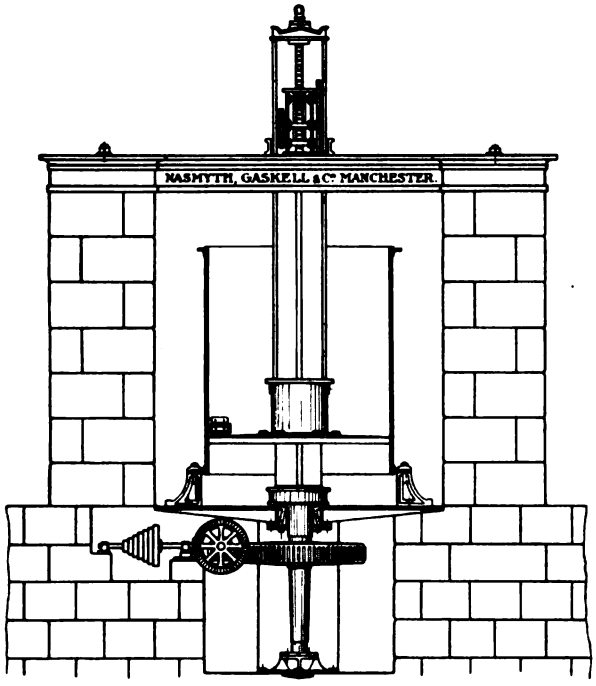


Abb. 11. Senkrecht-Bohrwerk mit zwangläufigem Vorschub

Das Bohren selbst war bis weit ins 19. Jahrhundert hinein mehr ein Ausreiben und Schaben als eine Bearbeitung durch Schneiden. In den dreißiger Jahren nahm man statt der bis dahin üblichen 6 bis 8 Schneiden nur noch 2 Stähle beim Schruppen, und beim Schlichten nur noch 1 Stahl. Dafür kratzten diese Stähle nicht nur, sondern schnitten wirklich, so daß die Genauigkeit und Schnelligkeit der Arbeit erhöht wurde. Als Beispiel für die Langwierigkeit des Ausbohrens der Zylinder sei die Beschreibung eines Reisenden über die Bearbeitung eines Zylinders für die 1800 aufgestellte Wasserwerkmaschine für Philadelphia angeführt. Es heißt dort[3]): „Der große Zylinder war in 2 Teilen gegossen und mittels Kupfer zusammengeschweißt; die Verbindung war durch einen starken eisernen Ring von 18″ Breite und rd. 1200 Pfd. Gewicht gesichert; für den Zylinder hatte man 7500 Ztr. Metall gebraucht; bei 6½′ Länge hat er 38¼″ inneren Durchmesser. ¾″ waren im ganzen herauszubohren; ½″ davon ist beendet. — Ein Mann ist immer im Innern des Zylinders mit einem Hammer in der Hand, um den Bohrkopf in Ordnung zu halten; ein zweiter überwacht das Bett, auf dem der Zylinder durch geeignete Vorrichtungen vor-

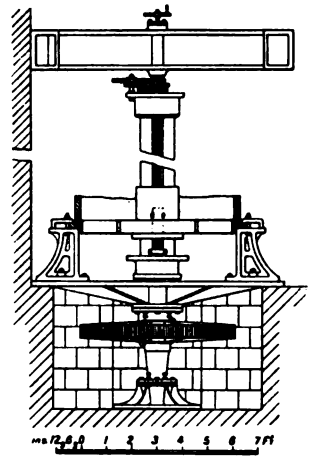


Abb. 12. Senkrecht-Bohrwerk für Bohrungen bis 1850 mm Durchmesser *Nasmyth, Gaskell & Co.*, Manchester, um 1840

geschoben wird. Diese arbeiten mit Ablösung, denn das Bohrwerk geht Tag und Nacht; ein Mann ist weiter mit dem Schleifen der Stähle beschäftigt; um die Mittagszeit wird eine Pause gemacht, aber das ist kein Nachteil, denn bei dauernder Bohrarbeit würde der Zylinder zu heiß werden; ebenso steht das Bohrwerk still, wenn die Stähle ausgewechselt werden, was jedesmal rd. 10 Minuten in Anspruch nimmt, und in 10 weiteren Minuten sind die Schneiden wieder stumpf; ich untersuchte einige und fand, daß sie in dieser Zeit um etwa ⅛″ abgenutzt waren. Drei solcher Stähle (oder Schneiden) von rd. 3½″ Schneidbreite sind gleichzeitig im Bohrkopf befestigt. Der Bohrkopf ist etwas kleiner als der Durchmesser des Zylinders und 6″ stark; er sitzt auf einer achtzölligen Welle, die die Achse eines Wasserrades bildet. — Die Arbeiter sagten, daß sie am 9. April angefangen hätten, seither also rd. 3 Monate arbeiteten, und daß sie bis zur Fertigstellung der Arbeit noch etwa 6 Wochen brauchen würden."

[3]) Engineering, Bd. 22 (1876), S. 383.

Digitized by Google

EISENBAHNUNFÄLLE IM VORIGEN JAHRHUNDERT

Von Irmfried Freiherr von Wechmar, Berlin-Südende

Mehr als hundert Jahre sind verflossen, seitdem am 27. September 1825 auf der 41 km langen Strecke Darlington—Stockton der erste Eisenbahnbetrieb der Welt eröffnet wurde. Zehn Jahre später erst rollte auch der erste deutsche Eisenbahnzug von Nürnberg nach Fürth und entwickelte dabei auf der nur 6 km langen Strecke eine Geschwindigkeit von 10 km/Std.

Seitdem hat das Eisenbahnwesen der gesamten Welt einen gewaltigen Aufschwung genommen. Im Jahre 1840, also 5 Jahre nach der Eröffnung der Nürnberger Strecke, betrug die Länge des deutschen Schienennetzes schon 549 km, 1850 6044 km, 1860 11 693 km, 1870 19 575 km und 1890 umfaßt das Gebiet der deutschen Eisenbahnen bereits eine Gesamtstreckenlänge von 42 869 Kilometern.

In Amerika ging die Entwicklung noch schneller. Nachdem die Vereinigten Staaten am 28. Dezember 1829 auf der Strecke Baltimore—Ellicots-mills einen 24 km langen Eisenbahnbetrieb eröffnet hatten, stieg das Streckennetz bis 1890 auf 268 409 km und übertraf damit allein das Netz der übrigen Welt um mehr als 20 000 km.

Es ist erklärlich, daß diese gewaltige Entwicklung, wie wir sie sonst in keinem andern Betriebe der damaligen Zeit feststellen können, eine große Anzahl von Gefahrquellen in sich barg, die sich notwendig in Unfällen aller Art auswirken mußten. Die ersten 50 Jahre der Eisenbahn sind groß an solchen Unfällen, die ihre Ursache weniger in Zusammenstößen als in solchen Ereignissen haben, die durch Unvorsichtigkeit, Werkstoff-Fehler an den Lokomotiven und Wagen oder fehlerhafte und unsachgemäße Bauweise des Schienen-, Brückenbaus usw. hervorgerufen worden sind.

Gleich in den ersten Jahren der Entwicklung — am 6. Mai 1852 — entgleiste in Norwalk, U. S. A., ein Zug infolge Offenstehens einer Drehbrücke und tötete 46 Menschen, während etwa 30 mit mehr oder weniger schweren Verletzungen davonkamen. Bereits am 17. Juli 1856 riß ein zweites Unglück auf der North-Pennsylvania-Bahn, U. S. A., 60 Menschen in den Tod und verletzte über 100 Reisende. Dammrutsch durch Unterspülung war die Ursache.

Im Jahre 1872 hatte der Brand eines Ölzuges in New-Hamburg, U. S. A., 22 Menschenleben gekostet, und am 2. September 1883 ereignete sich der erste große Unglücksfall auf einer deutschen Strecke. Längs der damals noch die Albrechtstraße ohne Unterführung kreuzenden Bahnstrecke am Bahnhof Berlin-Steglitz waren die Schranken heruntergelassen. Trotzdem drängte das Publikum, Angehörige eines Kriegervereins, gegen die Barrieren, drückte sie ein und befand sich in dem Augenblick auf den Gleisen, als der Kurierzug durch die Station brauste. 39 Menschen riß er in den Tod, und 6 erlitten schwere Verletzungen. Dem Unglück im Claytontunnel bei London (25. August 1861) fielen 23 Menschenleben und 100 Verletzte zum Opfer. Das größte Eisenbahnunglück in der Geschichte der Eisenbahn ist aber bis heute der Einsturz der Taybrücke in Schottland am 20. August 1880, der 200 Todesopfer forderte und bei dem auch nicht ein einziges Menschenleben gerettet werden konnte. Max Eyth hat diesen dunkelsten Tag in der Entwicklung der Eisenbahn in seinem Roman „Hinter Pflug und Schraubstock" festgehalten. Großes Aufsehen erregte der Unfall des kaiserlich-russischen Kurierzuges am 17. Oktober 1888, dessen Ursache bis heute noch nicht aufgeklärt ist. Der aus 15 Wagen bestehende, mit zwei Lokomotiven bespannte Zug hatte eine Länge von 300 m bei einem Gewicht von 454 t, der kaiserliche Wagen allein wog 48 t. Der Unfall ereignete sich auf der Linie Kursk—Charkow—Asow auf freier Strecke in der Nähe der Station Borki. Von den Mitreisenden wurden 22 getötet und 36 verletzt, während die Zarenfamilie, deren Wagen an 8., 9. und 10. Stelle lief, wie durch ein Wunder unverletzt blieb, obwohl der Speisewagen, in dem sich die Zarenfamilie im Augenblick des Unfalls befand, aus den Schienen geworfen worden war, und ohne Dach, mit eingedrückten Wänden, auf der ziemlich hohen Böschung lag. Die vor dem Speisewagen laufenden Wagen waren vollständig zertrümmert.

Mit der zunehmenden Entwicklung des Verkehrs vermehrte sich dann auch die Sicherheit auf den Strecken: zwar meldet die Chronik noch einen Großunfall am 14. Juni 1891 aus Mönchstein in der Schweiz, bei dem durch Einsturz der Eisenbrücke über die Birs 2 Lokomotiven, 3 Post- und Packwagen und 4 Personenwagen in den Fluß fielen und 72 Menschenleben und 130 Verletzte zu beklagen waren; auch ist der Zusammenstoß auf dem Bahnhof Saint Mandé bei Paris unter die Großunfälle zu rechnen, bei dem ein Sonderzug auf einen vollbesetzten Vergnügungszug auffuhr, so daß 49 Tote und 90 Verletzte geborgen werden mußten. Aber schon in den letzten Jahren des verflossenen Jahrhunderts ist die Zahl der Unfälle, was Deutschland anbelangt, immer mehr zurückgegangen, wenn auch naturgemäß kleinere Unfälle weiter zu verzeichnen sind, die aber bei keinem Betriebe von den Ausmaßen unsrer Eisenbahn jemals ganz zu vermeiden sein werden. Die Zahl der Unfälle durch Entgleisungen auf freier Strecke, auf den Bahnhöfen und Haltestellen, durch Zusammenstöße und sonstige Unfälle, betrug in den Jahren 1893, 1894 und 1895 je 1354, 1496 und 1363. Dabei wurden insgesamt in diesen drei Jahren ohne eignes Verschulden 21 Reisende, 51 Bahnbedienstete und 35 sonstige Personen einschl. der im Dienst befindlichen Post-, Polizei-, Telegraphen-Beamten usw. getötet. Ungleich höher ist allerdings die Zahl der durch eignes Verschulden in der gleichen Zeit getöteten Personen, die bei den Reisenden 151 und bei den Bahnbediensteten 1113 betrug.

Die Statistik der Eisenbahnunfälle in Amerika aus jener Zeit läßt die damals völlig unzulängliche Bauweise und Beaufsichtigung der nordamerikanischen Eisenbahnen erkennen. In einem Zeitraum von nur einem Jahr, vom 1. Juli 1888 bis 30. Juni 1889, wurden im Eisenbahnbetriebe der Vereinigten Staaten 5823 Personen getötet und 26 309 verletzt, während Deutschland in der gleichen Zeit 558 Tote und 1380 Verletzte beim Eisenbahnbetrieb zu beklagen hatte [1]).

---

[1]) s. a. *Kraft, Ernst:* 100 Jahre Eisenbahnunfall. Berlin: Dietz 1925.

Digitized by Google

TECHNISCHE KULTURDENKMÄLER

Die Geschichte eines Volkes lebt in seinen Werken. Bei den Schöpfungen der Kunst hat man dies seit langem erkannt, und planmäßig schützt Staat und Gesellschaft die Kunstdenkmäler. Wir kennen eine organisierte Denkmalspflege, die gerade in unserer Zeit, der man ein Übermaß an Pietät sonst nicht zumißt, in ausgezeichneter Weise für unsere Nachkommen Wichtigstes zu erhalten sucht. Um die Schöpfungen der Technik hat man sich viel weniger gekümmert. Die Technik gilt ja auch heute noch vielen als eine moderne Erfindung, deren Ergebnisse zwar manchmal ganz angenehm zu benutzen sind, die aber natürlich nicht darauf rechnen dürfen, daß man sich vom kulturellen Gesichtspunkt aus mit ihnen befaßt. Und doch ist die Technik viel älter als Wissenschaft und Kunst, da sie schon lange vor jeder überlieferten Geschichte dem Menschen die Waffen und Werkzeuge zum Kampf ums Dasein liefern mußte. Wer sich in die Geschichte der Technik vertieft, weiß auch, wie stark die Technik gestaltend in das Leben der Menschen eingegriffen hat.

In Deutschland hat erst das Deutsche Museum in München in großem Ausmaß weiteste Kreise auf diese geschichtlich bedeutsame Seite der großen technischen Entwicklung aufmerksam gemacht. Es ist deshalb auch kein Zufall, daß *Oskar von Miller,* der das deutsche Museum geplant und ausgeführt hat, als Erster den Gedanken entwickelte, man möchte die technischen Kulturdenkmäler in gleich sorgfältiger Weise behandeln wie die Denkmäler der Kunst. Kurz vor dem Ausbruch des Weltkrieges besuchte er Stockholm und das große Freilichtmuseum Skansen, in dem die nordische Kultur in Haus und Hof und in den einfachen alten technischen Einrichtungen, wie Windmühlen, Wasserräder, in so wunderbarer Weise zu einer Einheit verschmolzen ist. Nach Deutschland zurückgekehrt entwickelte er den Plan, nicht nur in ähnlicher Weise für technische Maschinen und Bauten ein Freilichtmuseum zu schaffen, sondern er dachte, darüber hinausgehend, daran, diese alten Zeugen großer technischer Vergangenheit bodenständig zu erhalten. Vom Deutschen Museum aus wollte er dafür sorgen, wie es hier und da in einzelnen Fällen schon geschehen war, Wichtiges vor der Vernichtung zu retten. Der Krieg machte diesen Plänen für viele Jahre ein Ende. Es ist ein besonderes Verdienst des Vorstandes des Deutschen Museums, daß nunmehr dieser Gedanke wieder aufgenommen wurde. Ein Teil des Freilichtmuseums ist um den großen Neubau auf der Museumsinsel in München im Entstehen begriffen. Vielleicht läßt sich hier noch manches hinzufügen. Besonders wertvoll wird es sein, die Frage zu prüfen, ob und in welcher Form für die technischen Kulturdenkmäler ein ähnlicher Schutz zu erreichen sei wie für die Kunstdenkmäler. Natürlich setzt dies eine sachgemäße Beurteilung und die Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse voraus. Hierfür könnte eine so große Organisation wie das Deutsche Museum die wichtigste Arbeit leisten. Vielleicht läßt sich ein Anschluß an die Denkmalspflege finden.

Bevor man zu einer Entschließung kommt, erschien es wünschenswert, sich ein Bild zu schaffen von dem, was heute noch an technischen Kulturdenkmälern in Deutschland vorhanden ist. Der Unterzeichnete wurde deshalb vom Deutschen Museum aus beauftragt, hierüber zu berichten. Durch einen Aufruf in den V D I-Nachrichten und durch einen ausgedehnten Briefwechsel mit den Bezirksvereinen des Vereines deutscher Ingenieure und andern für die Geschichte der Technik interessierten Kreisen gelang es, wertvolle Mitteilungen zu erhalten. Es zeigte sich aber hierbei auch, daß der gesamte Stoff viel zu umfangreich wurde, um in einer Veröffentlichung des vorliegenden Jahrbuches untergebracht zu werden. Es erschien richtiger, zunächst anzufangen, um durch diese Veröffentlichung das Verständnis für diese Frage in immer weitere Kreise zu tragen. Die folgenden Zusammenstellungen machen deshalb in keiner Form Anspruch auf Vollständigkeit. Es müssen noch wesentlich mehr technische Kulturdenkmäler in Deutschland vorhanden sein als hier in Wort und Bild vorgeführt werden. Das Deutsche Museum wird erfreut sein, immer neue Mitarbeiter zu finden, und die Schriftleitung dieses Jahrbuches wird gern weiteren Stoff zur Fortführung dieser Darlegungen entgegennehmen.

Aus den folgenden Berichten ergibt sich, wie naturgemäß technische Bauwerke, wie z. B. Brücken, Krane. noch am meisten vor der Vernichtung geschützt sind. Sie fallen zum Teil ja bereits unter den Schutz der Bau- und Kunstdenkmäler. Aber überall gilt es, das Gefühl für die Notwendigkeit, solch technisches Kulturgut zu erhalten, zu wecken und zu stärken. Denn sonst wird manches, das unersetzlich ist, schnell verschwinden.

Allen den Mitarbeitern an diesem Bericht sei auch an dieser Stelle namens des Deutschen Museums und der Schriftleitung dieses Jahrbuches herzlichst gedankt. Ihre Arbeit wird sicher dazu beitragen, neue Freunde und Helfer für die Erhaltung technischen Kulturgutes zu finden.

C. Matschoß.

Digitized by Google

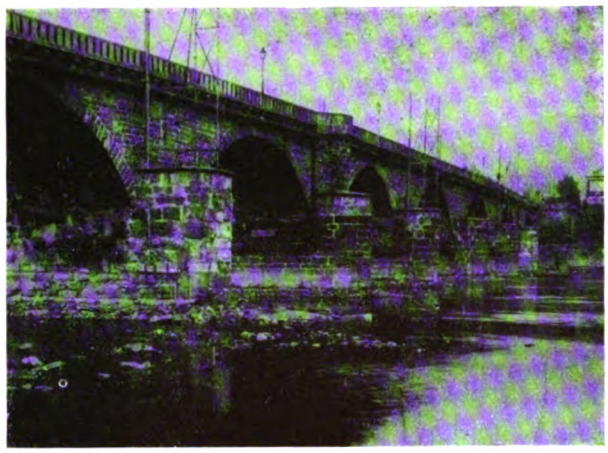


Abb. 1. Römerbrücke bei Trier aus der Zeit Konstantins d. Gr.

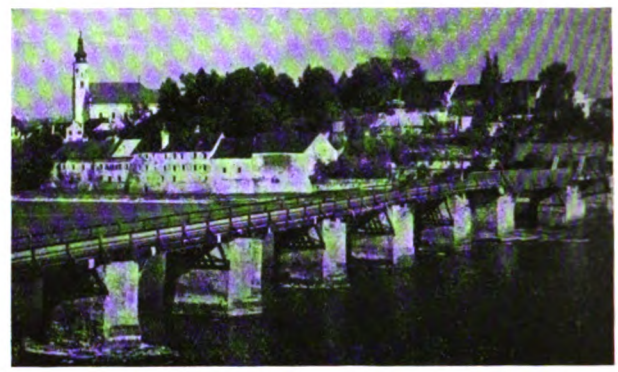


Abb. 2. Innbrücke bei Schärding (um 1270)

Die **„Römerbrücke" bei Trier,** Abb. 1, ist eine der ältesten Brücken Deutschlands. Schon im ersten Jahrhundert n. Chr. soll hier über die Mosel eine Brücke geführt haben. Die alten Pfahlreste, die neben der heute bestehenden Steinbrücke bei niedrigem Wasserstand noch sichtbar sind, scheinen Reste einer Holzbrücke zu sein, die schon bei Tacitus erwähnt wird. Wann die heute vorhandene Steinbrücke erbaut wurde, läßt sich nicht genau feststellen. Man nimmt jedoch an, daß die fünf aus Basaltlavastein hergestellten Pfeiler noch aus der Zeit Konstantins des Großen stammen.

Jahresbericht des Provinzialmuseums zu Trier. XIII (Vereinsausgabe der Gesellschaft für nützliche Forschungen Trier für die Jahre 1921 und 1922). Trier 1923. S. 65 ff.

Über die Entstehung und den Bau der **Innbrücke bei Schärding,** Abb. 2 (um 1270), sind keine Unterlagen mehr vorhanden. Wahrscheinlich wurde sie in der Zeit von 1260—1280 unter dem Babenberger Friedrich dem Streitbaren, der sich häufig in Neuburg am Inn aufhielt, erbaut. Es steht jedoch fest, daß die Brücke 1250 noch nicht erbaut war, dagegen 1290 mit Sicherheit vorhanden gewesen ist. Die Brücke hat elf im Flußbett erbaute steinerne Joche.

Nach Mitteilungen von Oberst a. D. *Zenker,* Leiter des Stadtarchivs Passau, und Schuldirektor a. D. *Deubler,* Leiter des Museums der Stadt Schärding.

Eine der schönsten Brücken in Deutschland ist die **Mainbrücke bei Würzburg,** Abb. 3 und 4. Seit der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts ist hier der Main überbrückt. Die erste Brücke, die ebenfalls schon aus Mauerwerk bestand, wurde bei einer großen Hochflut am 10. August 1342 zerstört. Die zweite Steinbrücke, die bis 1345 fertiggestellt wurde, hat 100 Jahre den Wogen des Main widerstanden. Aus Geldmangel wurde dann eine hölzerne Brücke errichtet, die 32 Jahre gehalten hat. Mit dem Bau der heute noch vorhandenen Steinbrücke wurde 1474 begonnen. Als Baustoff dienten Kalksteinquadern. Es wurden im ganzen sieben Pfeiler errichtet, die zunächst durch einen hölzernen Überbau verbunden wurden. Der zuletzt errichtete Pfeiler trägt die Jahreszahl 1488. Die Brücke dient demnach schon 400 Jahre lang dem Verkehr. In der Zeit von 1525 bis 1543 wurde nach und nach die Überwölbung durchgeführt. Bis 1702 befanden sich auf den beiden Endpfeilern Brückentürme „zur Befestigung der Brücke, der Festung und der Stadt". Dem gleichen Zweck diente ein später auf der linken Uferseite errichtetes Brückentor, das ebenfalls abgetragen wurde, und eine Zugbrücke auf der rechten Uferseite. Die Zugbrücke wurde 1702 gleichfalls durch einen Bogen ersetzt. Die Fertigstellung der Brücke hat also insgesamt zweieinhalb Jahrhundert gedauert. Die aus gelbem Sandstein aus Zeil am Main hergestellten „12 Brückenheiligen", die heute noch auf der Brüstung stehen, wurden etwa 1730 durch die Fürstbischöfe *Christoph Fr. von Hutten* und *Friedrich Karl von Schönborn* aufgestellt. Erwähnenswert ist noch das Nadelwehr unter der Brücke, das durch ein altes hölzernes Triebwerk auf- und abwärts bewegt werden kann.

s. a. *Suppinger, E.:* Die alte Mainbrücke in Würzburg. VDI-Nachrichten Nr. 24. Berlin 1927.

In **Schwäbisch-Hall,** Württemberg, sind drei alte Fußgängerbrücken bemerkenswert. Die älteste ist der **„Sulfersteg",** Abb. 5, der 1727 erneuert wurde, und der **„Rote Steg",** Abb. 6, umgebaut im Jahre 1790. Der **„Kettensteg",** Abb. 7, der etwa aus dem Jahre 1836 stammt, ist eine zwei Meter breite Hängebrücke aus Schmiedeeisen mit einer Spannweite von 34 Metern.

Nach Mitteilungen des histor. Ver. f. Württembg.-Franken, durch Baurat *Jordan* in Hall.

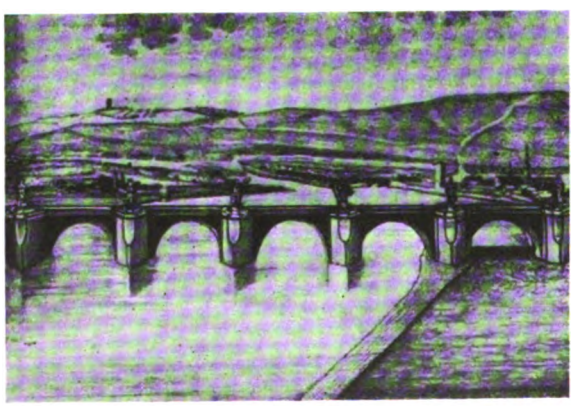


Abb. 3. Mainbrücke bei Würzburg nach einem alten Stich (1474—1488)

Abb. 4. Mainbrücke in Würzburg (1474—1488) nach einer neuen photogr. Aufnahme

Digitized by Google

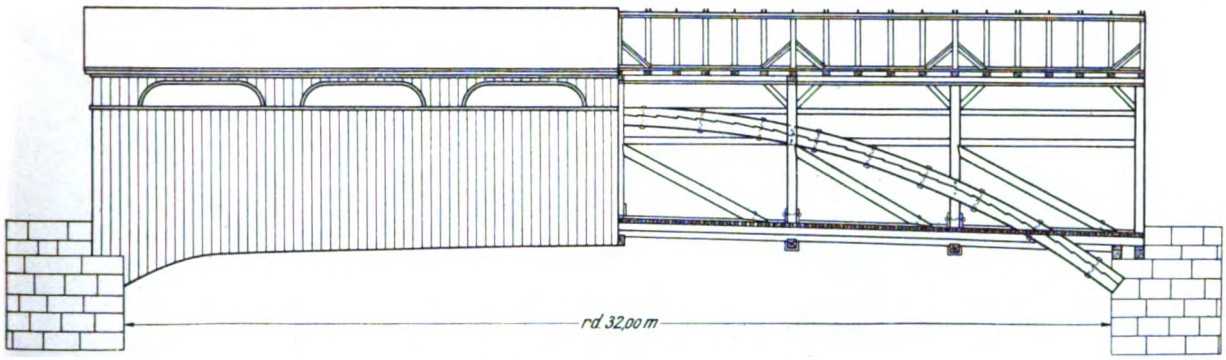


Abb. 5. Sulfersteg in Schwäb. Hall (erneuert 1727)

Die **Striegauer Brücke,** Abb. 8, die bei der Ortschaft Lasan über das Striegauer Wasser führt, ist die älteste eiserne Brücke des europäischen Festlandes. Hierüber wird in einem Aufsatz „Nachricht von eisernen Brücken", der in der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten Bd. I, Berlin 1797, erschienen ist, folgendes berichtet: „Der Herr Graf *Burghaus* beschloß, diese Brücke über das Striegauer Wasser bey Laasen zu bauen; im Jahre 1793 teilte derselbe seinen Gedanken dem Herrn Geh. Finanzrath Grafen *Rheden* zu Breslau mit. Im August 1794 wurden die ersten Probebogen, nach vorher gemachten Modellen und Versuchen auf dem Hüttenwerke Malapane gegossen, und am Ende des Jahres waren sämtliche Hauptteile an die Baustelle gebracht, sie mußten von Malapane bis Oppeln 3 Meilen zu Wasser, und von Oppeln bis Laasen 6 Meilen zu Lande gefahren werden. — Der Grund zu den Soolen, und die Widerlager waren während der Zeit aus guten friedländischen Sandsteinquadern fertig geworden, aber die eisernen Bogen konnten doch erst in diesem Frühjahre (1796) aufgerichtet werden, weil Herr *Baildon* aus Malapane dazu nicht eher abkommen konnte. Mit Hülfe von 60 Mann vollendete derselbe die Brücke, und nachdem der Fahrdamm dagegen angeschüttet worden war, so konnte 10 Wochen nach dem Richten der erste Frachtwagen darüber fahren."

Das Gewicht der Eisenteile beträgt 946 Zentner 40½ Pfund, das sind 47 000 kg. Der Bau kostete 6711 Reichstaler, was etwa einem Preis von M. 428.— je Tonne entspricht. Die Brücke hat eine Stützweite von etwa 13 m und eine Breite von etwa 6 m. Zur Erinnerung an die Erbauung dieser ersten eisernen Brücke wurden 300 Gedenkmünzen in Silber und Kupfer geprägt.

Nach Mitteilungen von Bibliothekar *Herbert Dickmann*, Düsseldorf, s. a. *Dickmann, Herbert:* Alte gußeiserne Brücken. „Das Werk", Jg. 1927, S. 293 bis 295.

Der Pferdegöpel bei Johanngeorgenstadt, Abb. 9 u. 10, stammt aus der Zeit, als im Erzgebirge der Silberbergbau noch gute Ausbeute gab und die Dampfmaschine noch keinen Eingang in die gewerblichen Betriebe gefunden hatte. Damals standen allenthalben auf Berglehnen und

Abb. 6. Roter Steg in Schwäb. Hall (umgebaut 1790)

Abb. 8. Älteste Eisenbrücke des europäischen Festlandes über das Striegauer Wasser bei Lasan (um 1796)

Hängen der fündigen Gegenden eigentümliche Baugebilde, kegelförmige schindelgraue Dächer, die keinen eigentlichen Unterbau besaßen, an die sich aber seitlich ein Anbau mit Satteldach anfügte. Diese merkwürdigen Bauten waren bergmännische „Pferdegöpel". Sie dienten dazu, beim Abteufen der Schächte aus größeren Tiefen zu fördern. Ihre eigentümliche Form ergab sich aus der inneren Betriebseinrichtung. In dem Satteldachanbau befand sich die Schachtöffnung, von der aus das Förderseil über Rollen in den zeltartigen Bau nach der an einer starken senkrechten Welle angebrachten Seiltrommel hinüberlief. An einem unten wagerecht befestigten deichselartigen Hebelarm wurde das Pferdegespann angeschirrt und so die Welle in Umdrehung gebracht. Das Förderseil wickelte sich so auf die Trommel auf, und der gefüllte Förderkorb wurde allmählich aus der Tiefe heraufgezogen. Damit die Pferde ungestört unter Seil und Trommel herumgetrieben werden konnten, durften im Unterteile des Zeltbaues keine Querverbindungshölzer angeordnet werden. Es muß nun Bewunderung erregen, wie es den Bergleuten gelang, mit ihren einfachen Hilfsmitteln einen vieleckigen Raum von 12 bis 15 Metern Durchmesser und ebensolcher Höhe ohne untere Verspreizungen zeltförmig fest und sicher zu überdecken.

Abb. 7. Kettensteg in Schwäb. Hall (um 1836)

Digitized by Google

Abb. 9. Pferdegöpel bei Johanngeorgenstadt

Leider besteht im ganzen deutschen Bergbaugebiete, soviel bekannt ist, nur noch ein solcher hölzerner Pferdegöpel, und zwar auf der Neu-Leipziger Glück-Fundgrube im Fastenberge bei Johanngeorgenstadt. Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz hat sich für die Erhaltung dieses alten Zeugen einer blühenden Werktätigkeit des sächsischen Bergwerks tatkräftig eingesetzt und sie auch durchgeführt.

Verfaßt von Dipl.-Ing. *Fritz Bleyl.*

Alte Krane zu Trier. Im Trierer Stadtarchiv befindet sich eine Urkunde, ausgestellt am 26. Mai des Jahres 1413, über einen alten Kran, den der Schiffmann *Gottel* vor dem Kranentor errichtet hat, Abb. 11. Diese ehrwürdige Schöpfung der Technik ist noch heute erhalten. Die ganze Krananlage besteht, ausgenommen das kreisförmige Kranhaus, aus Holz. Die Gesamtbelastung nimmt der 50 × 50 cm² starke Kaiserbaum auf, der unten auf einem eisernen Zapfen in einer Pfanne läuft und oben ein kleines trichterförmig gebautes Dach trägt, das sich mitdreht. Als obere, gleichfalls in Eisen ausgeführte Lagerung dient eine 30 × 30 cm² starke Balkenlage, die auf dem Mauerwerk des Kranhauses aufliegt. Der Kaiserbaum wird durch ein Querholz gedreht, das 1 m über dem Boden angeordnet ist. Das Aufwinden und Ablassen der Last wird durch Menschen besorgt, die in zwei Treträdern von 4,20 m Durchmesser gehen. Diese Treträder, die 1,20 m breit sind, hängen innen an einer besonderen Balkenkonstruktion. Die Krankette wickelt sich zwischen dem Kaiserbaum und einem der Treträder unmittelbar auf die Tretachse auf und ab. Die Tragkraft beträgt jetzt noch 50 Zentner; früher ist sie vermutlich bedeutend höher gewesen. Die Holzteile der Krananlage sind vielfach durch eiserne Bänder verstärkt und durch Eisenbolzen untereinander verbunden. Auch handgefertigte Schrauben sind zur Befestigung verwendet worden. Die sehr einfache Art, wie man die Maschinenteile des Kranes miteinander verbunden hat, läßt erkennen, daß hier noch vorwiegend die ursprünglichen Bauteile vom Jahre 1413 in gänzlich unveränderter Beschaffenheit vorhanden sind.

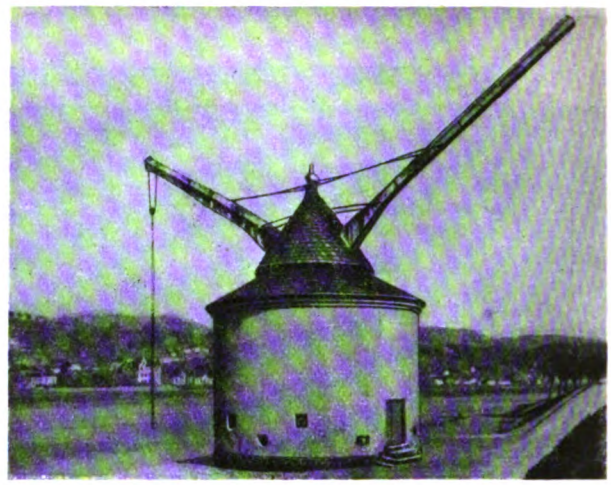


Abb. 11. Kran bei Trier (1413)

Ein weiterer Kran, der aus dem Jahre 1774 stammt, steht 260 m flußwärts, Abb. 26 u. 27, S. 131. Er ist eine fast getreue Nachbildung des Kranes aus dem Jahre 1413.

Bei der Beschaffung der Unterlagen war uns Direktor *Wahl*, Trier, behilflich. Die Angaben sind entnommen aus: Der alte Kran zu Trier. S. B. B.-Zeitung für Mühlenbau. Jahrgang 1911, Nr. 5, Frankfurt a. M.

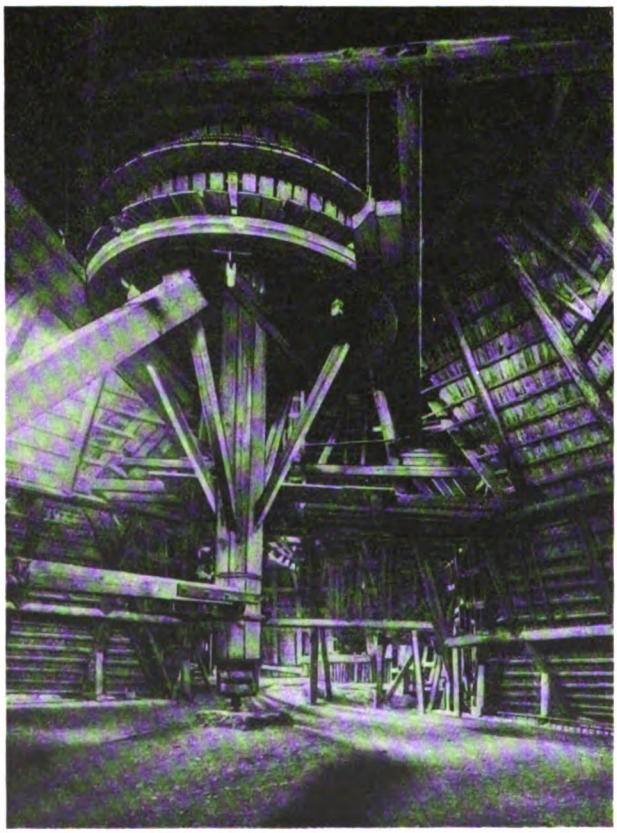


Abb. 10. Pferdegöpel bei Johanngeorgenstadt

Das Krantor in Danzig, das am unteren Ende der Breitgasse gestanden haben soll, wird schon 1367 erwähnt. Damals war er ganz aus Holz hergestellt, so daß er dreimal durch Feuer zerstört werden konnte. Schließlich ließ der Rat der Stadt Danzig im Jahre 1442 den Kran aus Backsteinen herstellen, wie er heute noch erhalten ist, Abb. 12. Der Mittelbau, der die Krananlage enthält, hat eine Grundfläche von 14 × 10 m² und ist bis zum First gemessen 30 m hoch. Die beiden seitlich angeordneten Türme, die ursprünglich zu Verteidigungszwecken dienten, haben 8,5 m Dmr. Der Mittelbau hat eine 4 m breite Durchfahrt, die von Spitzbogen überspannt wird. In diesem Teil befindet sich die eigentliche Krananlage, Abb. 16, S. 128. Es sind zwei Treträder von 6,5 bzw. 6 m Dmr. vorhanden. Die Förderhöhe beträgt 24 bzw. 11 m vom Wasserspiegel der Mottlau aus gemessen. Das früher benutzte doppelte Hanfseil ist jetzt durch eine Kette ersetzt. Der Kran wird noch heute hin und wieder für besondere Arbeiten, z. B. zum Anheben der Schiffe beim Nachsehen der Schrauben, benutzt.

Entnommen aus: Dipl.-Ing. *Hepke:* Das Krantor in Danzig. Die Denkmalpflege. Hrsg. von der Schriftleitung des Zentralbl. d. Bauverwaltung. 15. Jahrg. S. 90 bis 91. Berlin Ernst & Sohn 1913. Dieser Aufsatz enthält eine genaue Beschreibung der Krananlage. Vgl. a. *Aumund, H.:* Hebe- und Förderanlagen. Bd. 1, S. 2. Berlin, Springer 1926.

Der Rheinkran in Andernach, Abb. 13, der bis vor wenigen Jahren noch in Benutzung war, ist ein besonders schönes Denkmal, das von dem hohen technischen Können der Meister des 16. Jahrhunderts eine Vorstellung gibt. Er wurde in den Jahren 1554 bis 1557 von den Meistern *Hans Emel, Philipp Hünermenger, Peter von Frankfurt*

Digitized by Google

und *Hans von Speyer* erbaut. Die Architektonik führte *Christoffel Goldschmidt* aus. Auf einem Spurzapfen, der in einen Basaltblock gelagert ist, ruht eine drehbare Mittelsäule; sie wird oben durch eine bewegliche Walze geführt, die in einem in das Holzfugenwerk eingelassenen Eisenring rollt. Eine 1 m starke Mauer, die innen und außen durch einen Basaltsockel verstärkt wird, nimmt den seitlichen

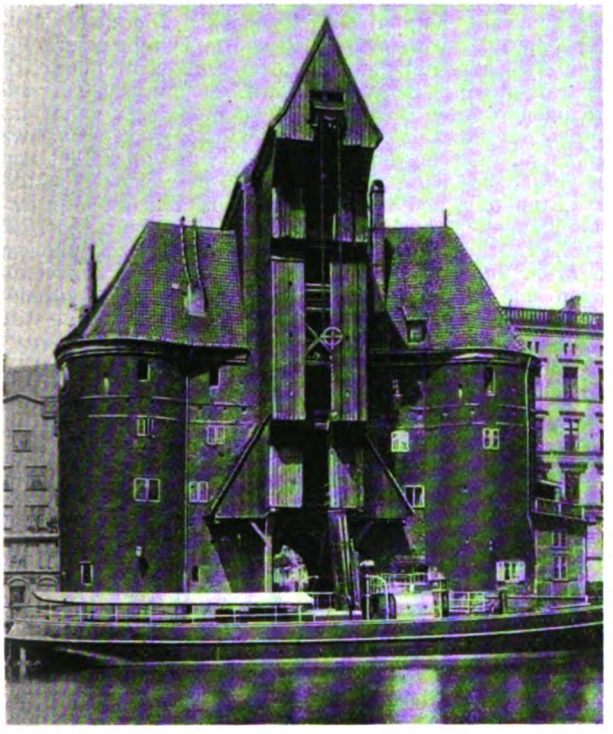


Abb. 12. Krantor in Danzig (1442), s. a. Abb. 16 auf S. 128

Druck der Kransäule auf. Die Balken des Auslegers haben eine Länge von 15,2 bzw. 16,8 m. Sie sind durch kräftige Zangen und eiserne Bänder an der Mittelsäule befestigt. Die Säule kann durch Querbalken gedreht werden. Die auf dem Fußboden eingemauerten Steine sollen den Arbeitern beim Drehen als Stützpunkt dienen. Am Ende des Auslegers ist ein einfacher Flaschenzug angebracht, dessen Kette am Ausleger entlang über Rollen bis zu der als Trommel ausgebildeten Tretachse führt. Auf dieser Achse befindet sich je ein Tretrad. Die Stilform ist vorwiegend die der Renaissance, einzelne Teile der äußeren Verzierungen lassen noch die spätgotische Form erkennen. Der aus Quadern von Basaltlava bestehende sogenannte „Eisbrecher" an der gegen den Strom gerichteten Seite wurde erst später, etwa 1604, angebaut. Rund 350 Jahre ist der Kran in Betrieb gewesen; hauptsächlich diente er dazu, schwere Mühlsteine aus Basalt zu verladen. Ein Modell des Kranes steht im Historischen Museum der Pfalz. Auch das Rheinmuseum in Koblenz besitzt eine naturgetreue Nachbildung in Modellform des historischen Bauwerks.

Entnommen aus: *Hambloch,* Dr. *A.,* Das Modell des alten Rheinkranen der Stadt Andernach im Historischen Museum der Pfalz zu Speyer. Monatsschrift des Historischen Vereins der Pfalz. Jahrg. 32, Heft 10, 11 u. 12. Andernach 1914. — Vgl. auch *Aumund, H.:* Hebe- und Förderanlagen. Bd. 1, S. 1 bis 3. Berlin, Springer 1926. *Kammerer:* Die Technik der Lastenbeförderung einst und jetzt. S. 109/110. München u. Berlin, Oldenbourg 1907.

Abb. 14. Kran in Bingen (16. Jahrhundert)

Der alte Kran zu Bingen, Abb. 14 u. 15, wurde etwa bis zum Jahre 1900 benutzt und ist heute noch betriebsfähig. Über das Alter des Kranes läßt sich keine genaue Angabe machen. Es ist jedoch anzunehmen, daß er aus dem 16. Jahrhundert stammt. Zur Bedienung der zwei Treträder, die einen Durchmesser von 4,25 m haben, waren bis zu einer Belastung von 18 Zentnern ein Mann und bei größerer Belastung zwei Mann nötig. Die größte Tragkraft beträgt etwa 1500 kg. Ein ungefähres Bild über die Leistungsfähigkeit des Kranes gibt die Tatsache, daß etwa 4000 Faß Petroleum zu je 200 kg in 6 Tagen gehoben werden konnten, und zwar 4 Faß gleichzeitig. Zum Festhalten der Last in jeder beliebigen Lage dient ein eiserner Dorn, der in einer Führung die Feststellung der Räder ermöglicht. Um Bewegungen des Kranes bei Sturmwind verhindern zu können, sind an den Fußschwellen der Umfassungswände starke eiserne Haken angebracht, an denen der zur Drehung vorhandene Querbaum befestigt werden kann. Im Jahre 1907 wurde eine Zollrevisionshalle an das Kranhaus angebaut, die dieses alte Bauwerk in seiner Schönheit etwas beeinträchtigt hat.

Nach Mitteilungen von Dipl.-Ing. *Usener,* Bingen, der die Abbildungen zur Verfügung gestellt hat. Eine genaue Beschreibung des Kranes enthält der Aufsatz: *Tölg:* Der alte Kran in Bingen. Katholischer Kirchenkalender der Pfarrei Bingen für das Jahr 1913. 5. Jahrg. S. 32 bis 33. Hrsg. Como und Lederer, Bingen.

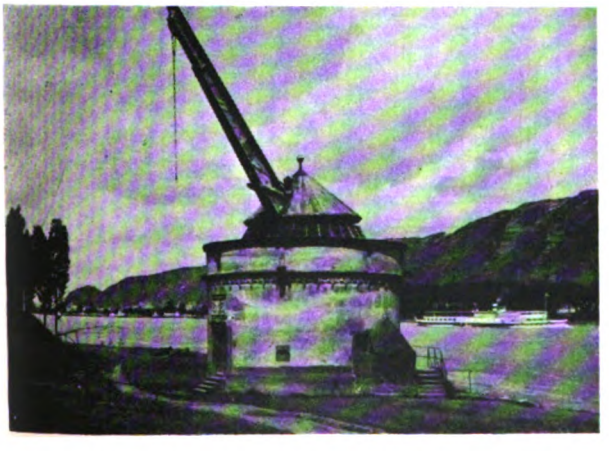


Abb. 13. Rheinkran in Andernach (1554—1557)

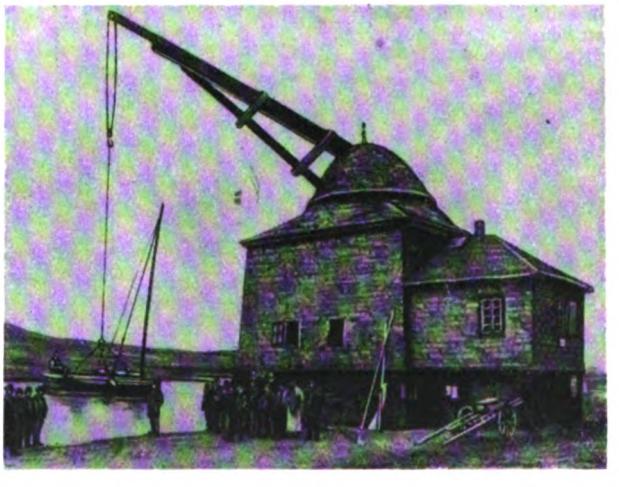


Abb. 15. Kran in Bingen (16. Jahrhundert) nach einer alten Abb.

Digitized by Google

Der Kran in Östrich im Rheingau, Abb. 17 u. 18, stammt aus dem Jahre 1652. Er war noch bis vor etwa 25 Jahren gelegentlich in Betrieb. Dieses Wahrzeichen Östrichs steht dicht an der Kaimauer, die an dieser Stelle durch mächtige Rotsandsteinquadern besonders befestigt ist. Die einzelnen Quadersteine sind durch Eisen miteinander verbunden. An der Kaimauer unterhalb des Kranes ist das Wappen des Mainzer Erzbischofs *Joh. Friedrich Karl von Ostein* in Sandstein gehauen. Der Kran ist ganz aus Eichenholz gebaut, und die einzelnen Holzteile sind mit Eisenbändern verbunden. Die Drehsäule besteht aus einem 600 mm dicken, vierkantigen Eichenstamm, an der der Ausleger mit starkem Bandeisen gehalten wird; das Dach am oberen Ende dreht sich mit. Es sind zwei Treträder von 4000 mm Durchmesser vorhanden, deren gemeinsame Welle als Kettentrommel ausgebildet ist. Eigenartig ist die Lagerung der Wellenzapfen in zwei aus krumm gewachsenen Eichenstämmen hergestellten Balken, die durch an der Säule festgemachte Querbalken gehalten werden. Die Kette ist über Bronzerollen geleitet und durch die Säule hindurchgeführt, die an der Durchbruchstelle durch Eisenbänder verstärkt ist. Mit dem Kran konnte etwa 1 t gehoben werden. Eine Bremsvorrichtung ist nicht vorhanden.

Verfaßt von Dipl.-Ing. *Eckardt, Östrich.* s. a. Führer durch Östrich im Rheingau und seine Umgebung. Hrsg. Verschönerungs- und Verkehrsverein Östrich.

Der Würzburger Mainkran, Abb. 20 bis 23, wurde von *Franz Ignatz Neumann,* Artillerie- und Ingenieur-Major, Sohn des Erbauers des Würzburger Residenzschlosses *Balthasar Neumann,* entworfen und ausgeführt. Das Mauerwerk wurde im Jahre 1772 vollendet. Der eigentliche Kran und die Kranenspindel besteht aus Eichenholz, die Ausleger sind mit Kupferblech abgedeckt. Die zwei Treträder sind 1,50 m breit und haben 5 m Durchmesser. Die beiden Ausleger sind um die innere Spindel drehbar. Die Tragkraft des großen Auslegers wird zu etwa 2000 kg angenommen werden können. An der Mainseite ist das Wappen des Fürstbischofs *Adam Friedrich von Seinsheim* angebracht, daneben zwei Figuren, die das über Flut und Wasser und besonders den Mainstrom herrschende Götterpaar „Frankonia und Mönus" darstellen. Das Wappen enthält folgendes Chronosticon: „ACC/P/O rna Do a Vo DLV Bet EXPE D/o (= 1773). Die alten Entwurfszeichnungen von *Franz Ignatz Neumann* mit eigenhändigen Aufschreibungen und Unterschrift sind im Würzburger Luitpoldmuseum noch vorhanden.

Nach Mitteilungen von Dipl.-Ing. *Suppinger,* Würzburg.

a Lastkette des noch gegenwärtig benutzten oberen Treträderpaares *b*, aufgewickelt auf die als Windentrommel benutzte Holzwelle *c*, für eine Tragkraft von 6 t an loser Rolle.

d Nachträglich angebrachte Senkbremse, betätigt von Handrad *e* mit Seil *f*.

g Lastkette des jetzt nicht mehr benutzten unteren Treträderpaares *h*, aufgewickelt auf die als Windentrommel benutzte Holzwelle *i*, für eine Tragkraft von 6 t mit jedem der beiden Treträder.

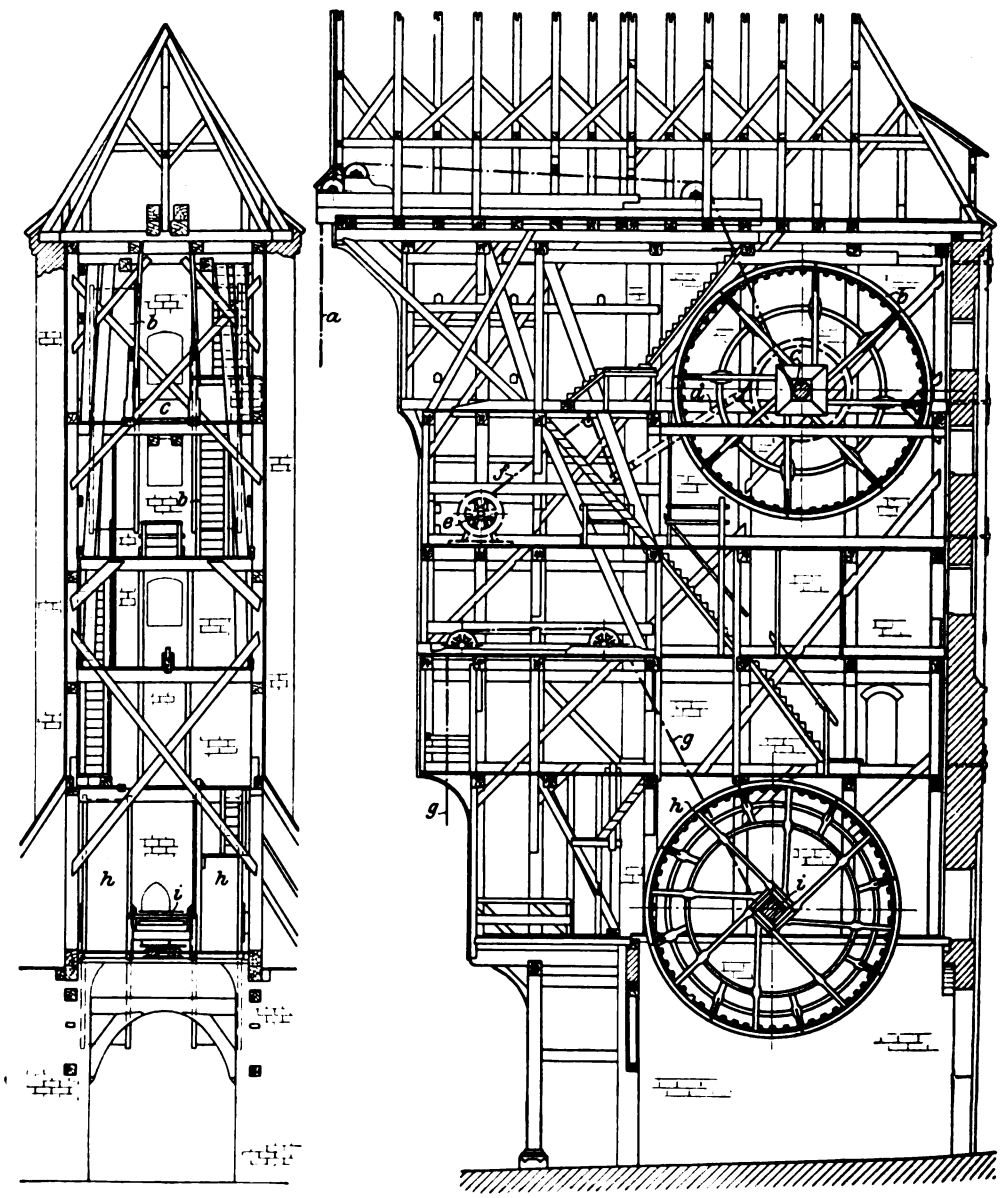


Abb. 16. Krantor in Danzig (1442)

Digitized by Google

Abb. 17. Kran in Östrich im Rheingau (1652)

Abb. 19. Kran in Marktbreit (1773)

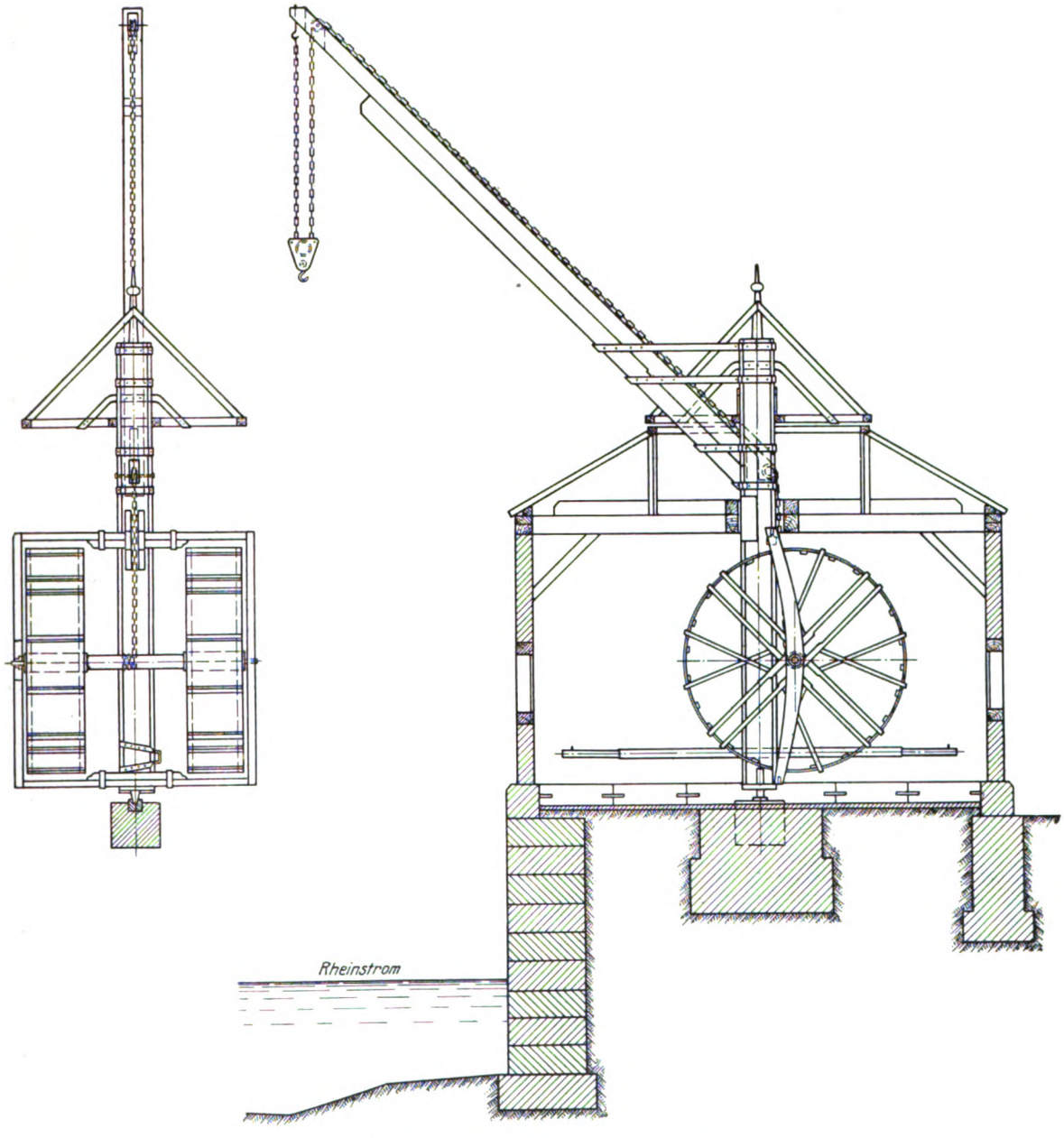


Abb. 18. Kran in Östrich im Rheingau (1652)

Digitized by Google

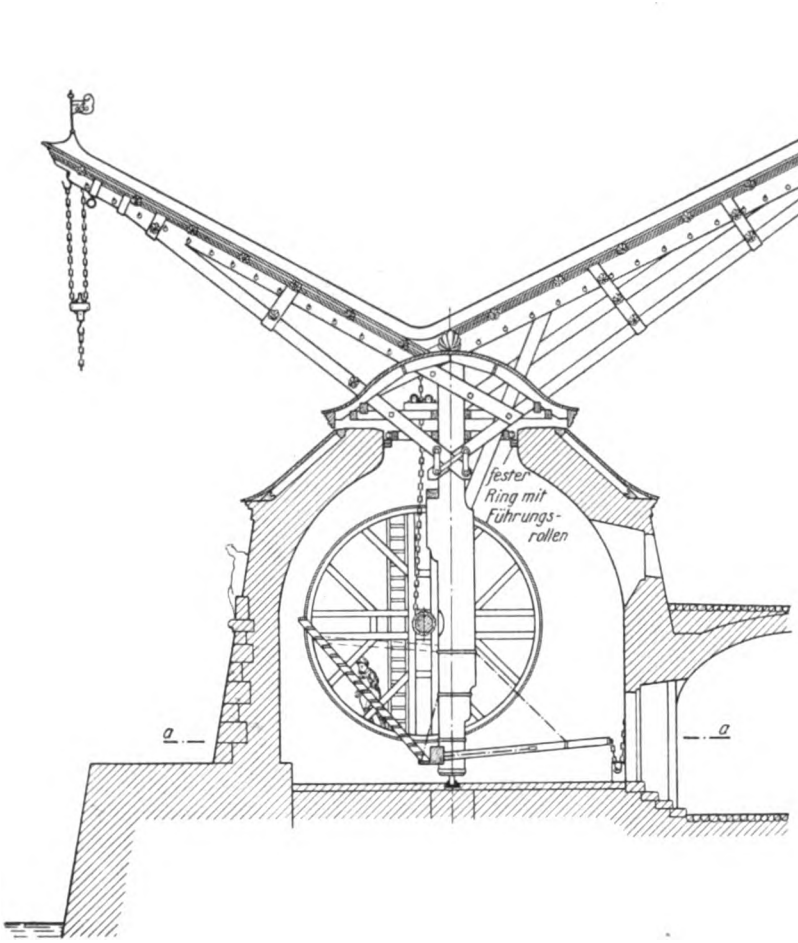


Abb. 20

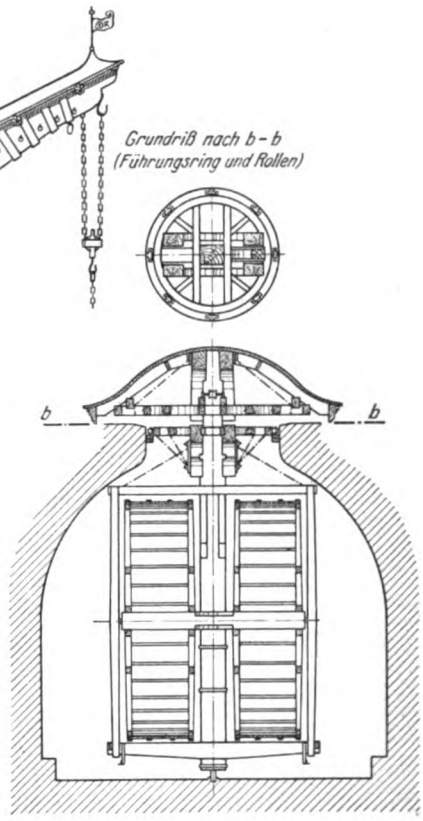


Abb. 21

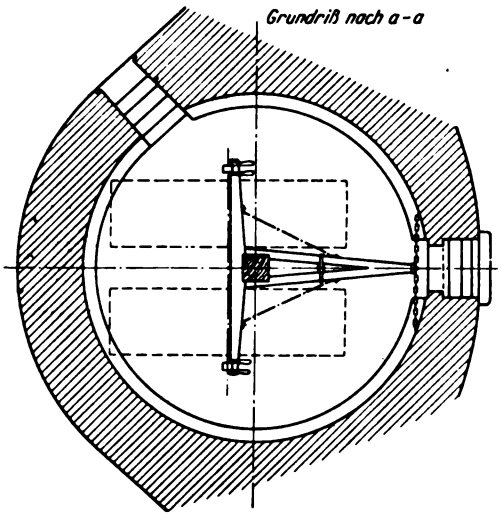


Abb. 20—22. Mainkran in Würzburg (1772)

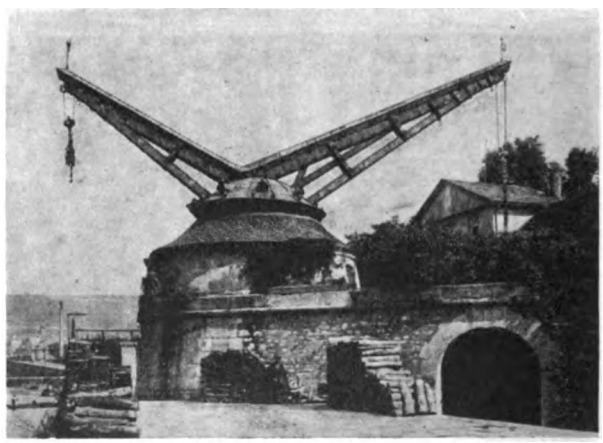


Abb. 23. Mainkran in Würzburg (1772)

Der Mainkran in Marktbreit, Abb. 19, aus dem Jahre 1773 wurde durch den Maurermeister *Joh. Michel* erbaut. Weiteres ließ sich trotz eingehender Nachforschungen bisher nicht feststellen.

Nach Mitteilungen von Dipl.-Ing. *Suppinger,* Würzburg.

Ein Tretrad, das als Hebezeug benutzt wurde, ist im Mainzer Dom noch erhalten, Abb. 24 und 25, und zwar auf dem Dachboden des nördlichen Querschifflügels am Austritt des nordöstlichen Flankenturmes, der bereits 1008 erbaut wurde. Wann das Rad eingebaut wurde, ließ sich mit Sicherheit nicht feststellen; man nimmt jedoch an, daß es nach dem großen Brande im Jahre 1792 errichtet wurde. Es diente zur Beförderung der Baustoffe bei der Wiederherstellung des abgebrannten Domes. Die beiden Flankentürme heißen heute noch im Volksmunde die „Eselstürme", weil Maulesel die Traglasten auf den innen spiralförmig aufsteigenden Wegen beförderten. Die Meinung, daß das Tretrad ebenfalls von Mauleseln getrieben wurde, ist jedoch nicht zutreffend, denn die Eingangsöffnungen zwischen den Radspeichen sind nicht so groß, daß ein Esel in die Trommel hätte hineingebracht werden können. Es muß daher angenommen werden, daß es von Menschen angetrieben wurde. Eine ähnliche Anlage befindet sich in der St. Marienkirche zu Danzig, Abb. 31.

Nach Mitteilungen von Dombaumeister Prof. *Ludwig Becker,* Mainz, der auch die Unterlagen für die Abbildungen zur Verfügung stellte.

Digitized by Google

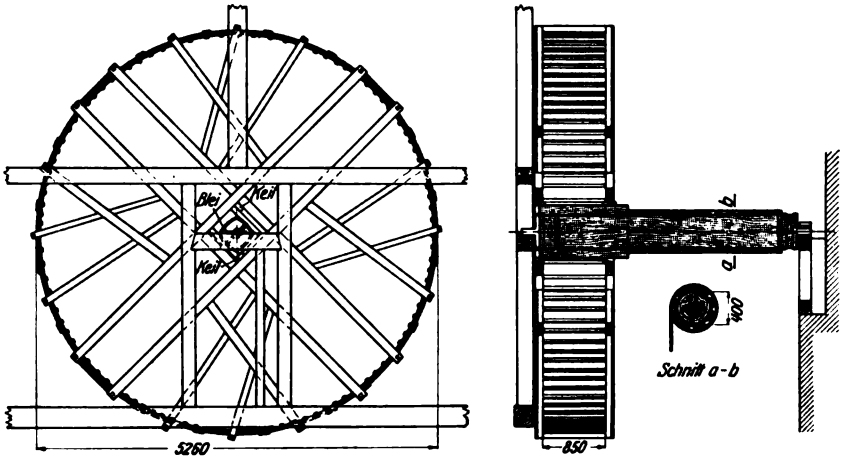


Abb 24. Tretrad im Mainzer Dom (um 1792)

Der Kran in Lüneburg aus dem Jahre 1797, Abb. 28, an der Ufermauer der Ilmenau wird schon 1346 urkundlich erwähnt. Die Bauart ist aus dem Modell, das sich im Museum in Lüneburg befindet, Abb. 29, deutlich erkennbar. Die Wände des Unterbaues und des oberen Kranhauses bestehen aus Fachwerk, das mit Brettern verschalt ist. Zur Dachdeckung sind Kupferplatten verwendet. In dem oberen Kranhause sind dem Kranarm gegenüber vier Sandsteine als Gegengewicht gelagert. Der Kran ist etwa 18 m hoch. Die Stadt Lüneburg hat dieses wertvolle Baudenkmal im Jahre 1915 instand gesetzt, um es als Wahrzeichen alter Technik der Nachwelt zu erhalten.

Entnommen aus: *Havemann, F.:* Der alte Kran in Lüneburg. Die Denkmalpflege. Hrsg. Schriftleitung des Zentralblattes der Bauverwaltung. 17. Jg., S. 35/36. Berlin, Ernst & Sohn 1915. Dieser Aufsatz enthält eine sehr eingehende Beschreibung des Kranes und seiner Geschichte. Bei der Beschaffung der Unterlagen war Dipl.-Ing. *Gründel,* Ülzen, behilflich. s. a. Dr. phil. *Karl Wolf* (Hrsg.): Die Kunstdenkmäler der Provinz Hannover. III. Rgbz. Lüneburg. 2 u. 3 Stadt Lüneburg. S. 302/303. Hannover 1906.

Die Förderanlage auf dem Alt-Elisabethschacht bei Freiberg, Sachsen, stammt aus dem Jahre 1846. Zum Antrieb dient eine Balanciermaschine der Firma Pfaff, Chemnitz, die 12 PS leistet, Abb. 30. Der Kolben hat einen Durchmesser von 436 mm. Die Antriebskraft wird durch ein Zahnradvorgelege auf zwei auf einer Welle sitzende Seiltrommeln übertragen. Gefördert wird durch zwei Tonnen, die abwechselnd auf- und niedergehen und sich auf der Hängebank selbsttätig durch Kippen entleeren. Eine solche Treibetonne, die leer 600 kg, gefüllt 1450 kg wiegt, faßt 528 l; die stündliche Fördermenge beträgt 5 bis 6 t. Der Förderschacht hat eine Steigung von 45° und ist, senkrecht gemessen, 404 m tief. Das Förderseil ist 640 m lang und wiegt 1543 kg. Die Anlage war seit 1846 bis zur Stillegung des staatlichen Erzbaues im Jahre 1913 im Betrieb. Heute gehört sie zur Verwaltung der Lehrgrube Himmelfahrt der Bergakademie Freiberg, wodurch die Erhaltung dieser technisch-geschichtlich wertvollen Anlage gesichert ist.

Nach Mitteilungen von Prof. *Kegel,* Freiberg, Sachsen.

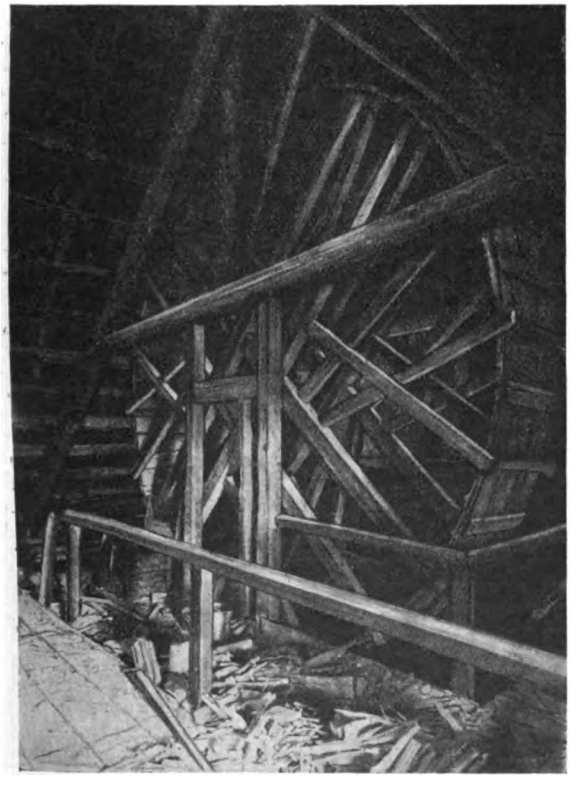


Abb. 25. Tretrad im Mainzer Dom (um 1792)

Abb. 26. Kran bei Trier (1774)

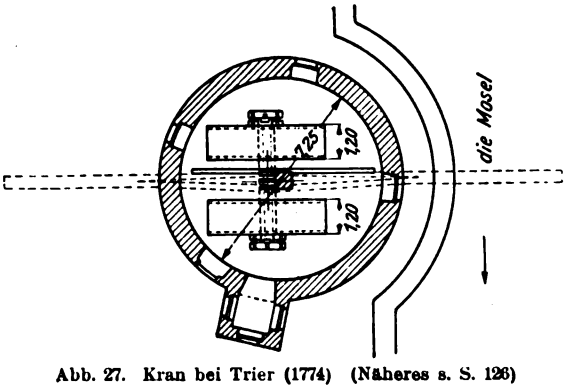


Abb. 27. Kran bei Trier (1774) (Näheres s. S. 126)

Digitized by Google

Abb. 28. Kran in Lüneburg (1797)

Der Leuchtturm auf dem Leuchtenfelde bei Travemünde, Abb. 32, der etwa 32 m hoch ist, wurde im Jahre 1539 erbaut; der alte Turm war 1534 von den Dänen zerstört worden. Am 10. Januar 1827 beschädigte ein Blitzstrahl die Kuppel; bei den Instandsetzungsarbeiten wurden drei Argandsche Lampen eingebaut, die das Leuchtfeuer durch parabolische Reflektoren zurückwerfen. Der Schein war in einer Entfernung von 3½ Seemeilen noch sichtbar. Der Leuchtturm befindet sich noch heute in Betrieb, jedoch wurde in ihm 1904 ein modernes elektrisches Feuer mit 16 Seemeilen Sichtweite eingerichtet.

Nach Mitteilungen der Wasserbaudirektion Lübeck. — Die Unterlage für die Abbildung wurde uns durch Oberingenieur *Hermann Wildegans* vom Lübecker Bezirksverein des V. d. I. zur Verfügung gestellt. — s. a. *Behrens:* Topographie 1829, I. Teil, S. 105.

Abb. 32. Leuchtturm auf dem Leuchtenfelde bei Travemünde (1539)

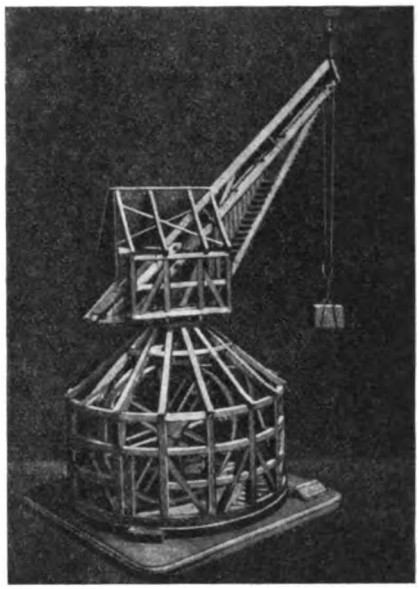


Abb. 29. Modell des Krans in Lüneburg (1797)

Die Wasserversorgungsanlage des römischen Köln, Abb. 33, 34 u. 35, ist eine der großartigsten alten Ingenieurbauten in deutschen Gauen. Um gutes Trinkwasser zu gewinnen, leiteten die Römer es aus der Eifel in einem 77,6 km langen Kanal bis in ihre Kölner Niederlassung. Das Gesamtgefälle des Kanals auf diesem Wege beträgt rd. 366 m. Breite und Höhe wechseln zwischen 0,53 bzw. 0,90 und 0,78 bzw. 1,43 m. Die Transportfähigkeit ist im Höchstfalle auf 1500 l in der Sekunde zu schätzen. Das nur 100 ha große römische Köln konnte also durch seine Eifelleitung den heutigen Höchstverbrauch des 550 000 Einwohner zählenden, linksrheinischen Stadtgebietes zugeführt erhalten. Es erscheint bei dem Umfange der Ansiedlung ausgeschlossen, daß diese hohe Förderfähigkeit des Kanals je voll ausgenutzt worden ist. Als Baustoff ist fast durchweg rheinische Grauwacke, außerhalb des Grauwackegebietes auch Tuffstein und Basalt, teils regelrecht behauen, teils in Form unsres heutigen Kleinschlagbetons, verwandt. Die Sohle ist überall gegossen und die Wölbung gemauert. Es ist bemerkenswert, daß die römischen Baumeister den Kanal nach Möglichkeit unter der Erdoberfläche verlegt haben, um so kostspielige freistehende Bauten zu vermeiden. Die Leitungen sind tief genug gelegt, um frostfrei zu sein. Das zugeleitete Wasser floß nach Durchbruch der Stadtmauer zunächst in einen Sammelbehälter, dessen Sohle auf + 19,2 m über dem Nullpunkt des Kölner Pegels lag. Von hier aus ging ein unterirdisches Verteilungsnetz in Form von Kanälen, Blei- und Tonrohrleitungen; den bemerkenswertesten Überrest der Leitungen im Stadtgebiet bildet der gegen Ende des 15. Jahrhunderts bei der Gründung eines Pfeilers im südlichen Querschiff des Domes zuerst gefundene Zugang zu einer Hausleitung. Dieses Bauwerk, das am 15. Oktober 1886 bei Erneuerung des Bodenbelages an obiger Stelle aufgefunden wurde, bestand im wesentlichen aus einer Treppenanlage als Zugang zu einer tiefliegenden Zapfstelle, Abb. 35. Den Auslauf bildet ein Bleirohr mit ⊥ förmigem Ansatz, das einen inneren Durchmesser von 68 mm und eine Wandstärke von 7 mm hat; die Höhenlage des Rohres ist + 16,67 m K. P., also 2,53 m unter der Sohle des vorstehend erwähnten Sammelbehälters. Nach der Ansicht *Klinkenbergs* (s. u.) nötigt die Großartigkeit des technischen Gedankens dieser Anlage zu der Annahme, daß sie ein Werk der frühesten römischen Kaiserzeit ist. Ein Stück dieser Eifelwasserleitung wurde auf der Gesoleiausstellung in Düsseldorf 1926 gezeigt.

Von der römischen Ruwer-Wasserleitung bei Trier ist in letzter Zeit ein größeres Stück freigelegt worden, das noch gut erhalten ist. Ein Probestück wurde herausgetrennt und in das Provinzialmuseum in Trier überführt.

Reste ähnlicher Wasserleitungen stehen noch in der Nähe von Metz und Mainz.

Digitized by Google

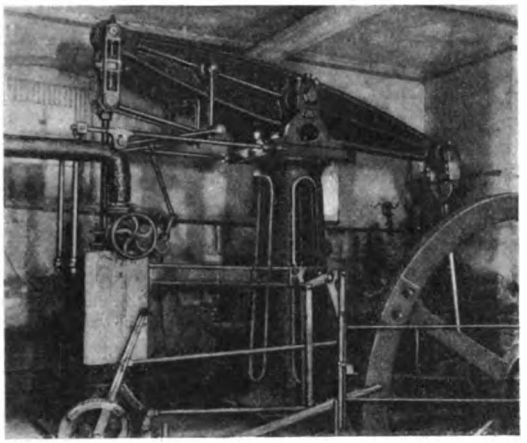


Abb. 30. Balancier-Maschine der Förderanlage auf dem Alt-Elisabethschacht (1846)

Entnommen aus *Wahl, Karl:* Die geschichtliche Entwicklung der Wasserversorgung Kölns. Prometheus, Illustrierte Wochenschrift über die Fortschritte in Gewerbe, Industrie und Wissenschaft. Nr. 917, Jg. 18. Berlin 1907. — Auf Veranlassung von Direktor *K. Wahl* hat uns die Stadt Köln einen Plan der Anlage zur Verfügung gestellt, der als Unterlage für die Abbildungen benutzt wurde. — s. a. *Klinkenberg* u. *Krudewig:* Die Kunstdenkmäler der Stadt Köln. I. Bd., I. u. II. Abt. Düsseldorf 1906. — *Nellissen:* Eine römische Wasserleitung von der Eifel nach Köln. VDI-Nachrichten Nr. 19, Berlin 1927. — *Krohmann, A.:* Die Wasserleitung des römischen Trier. Trier 1904. — *Schumacher:* Materialien zur Besiedelungsgeschichte Deutschlands. Katalog des römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz. Nr. 5. S. 214. — *Schumacher:* Das römische Mainz. Mainzer Zeitschrift. Hrsg. Dir. d. Röm.-Germ. Zentral-Museums. Jg. I, Mainz 1906, S. 22 ff.

Die Wasserkunst in Herrenhausen bei Hannover. Mit dem Bau der ersten Anlagen wurde im Jahre 1674 begonnen. Die Ausführung war damals dem französischen „Fontainizer" *Cadart* übertragen worden. Es wurde zunächst mit dem Bau von zwei Hochbehältern begonnen. Die von Ton hergestellten und mit Rasen abgedeckten Seitenwände erwiesen sich jedoch als undicht, so daß man sich im Jahre 1692 entschloß, die Seitenwände in Quadermauerwerk mit hinterstampftem Ton auszuführen. Diese Art der Herstellung hat sich so gut bewährt, daß sich beide Behälter noch heute in gutem Zustande befinden und jetzt noch benutzt werden. Bei dieser ersten Anlage wurden hölzerne Rohrleitungen verwendet, die sich aber nicht bewährten und später durch Bleirohre ersetzt werden mußten. Da aber die Wasserkünste in den Parkanlagen mit diesem Pumpwerk nur stundenweise gespeist werden konnten, so wurde *Leibniz* beauftragt, Vorschläge für eine Verbesserung zu unterbreiten. Er erstattete im Jahre 1696 einen Bericht, dem eine Handzeichnung, Abb. 36, beigegeben war, die seinen Plan klarlegt. Er wollte das Wasser der Leine in einen Kanal mit möglichst geringem Gefälle nach Herrenhausen leiten, um das vorhandene Gefälle dort in einem durch Wasserrad getriebenen Pumpwerk auszunutzen. Dieser Plan ist jedoch nicht ausgeführt worden. 1696 begann ein Ingenieur, Kapitän *Maillet du Fourton,* eine neue Wasserkunst anzulegen, die auch eine Zeitlang, wenn auch unvollkommen, aufrechterhalten wurde. 1718 beauftragte man den Engländer *Benson* mit dem Bau einer neuen Anlage, die 1721 in Betrieb genommen werden konnte. Diese Anlage bestand aus fünf unterschlächtigen Wasserrädern, die vierzig Pumpen betätigte. Die Kolben dieser Pumpen waren aus Holzzylindern gebildete Plunger-Kolben, die in den Pumpenstiefel eingeschoben waren. Im Fußraum eines jeden Pumpenstiefels befanden sich zwei Klappventile, ein Saug- und ein Druckventil. Vier eine Gruppe bildende Pumpen drückten ihr Wasser in ein gemeinschaftliches Druckrohr, das dann später mit den übrigen in einer Hauptleitung vereinigt wurde. Eine genaue Beschreibung dieses Wasserwerkes befindet sich in der Zeitschr. d. Arch.- und Ing.-Vereines für das Königreich Hannover, Jg. 1864, S. 424 ff. Von dieser Anlage sind noch Reste von drei Wasserrädern nebst den zugehörigen Pumpen vorhanden, Abb. 37 u. 38.

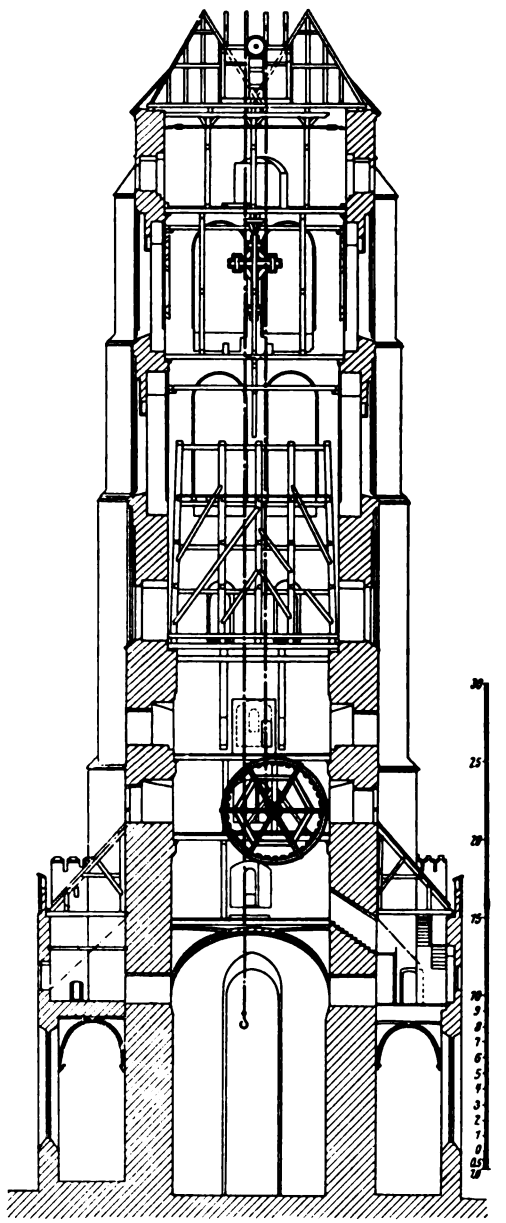


Abb. 31. Tretrad zur Förderung von Lasten in der St. Marienkirche in Danzig (s. a. Tretrad im Mainzer Dom S. 131)

Das neuere noch erhaltene Wasserwerk, das jetzt noch in Betrieb ist, wurde 1861 von der Egestorff-Maschinenfabrik im Jahre 1861 erbaut. Diese Anlage wird in der Zeitschr. d. Arch.- und Ing.-Vereines für das Königreich Hannover, Jg. 1864, S. 432 ff. eingehend beschrieben.

Entnommen aus: *Schutte, Paul:* Die Wasserversorgung der Stadt Hannover. Hanomag-Nachrichten, Jg. 1916, S. 23 ff. Die Bildunterlagen wurden von der Hanomag, Hannover-Linden zur Verfügung gestellt.

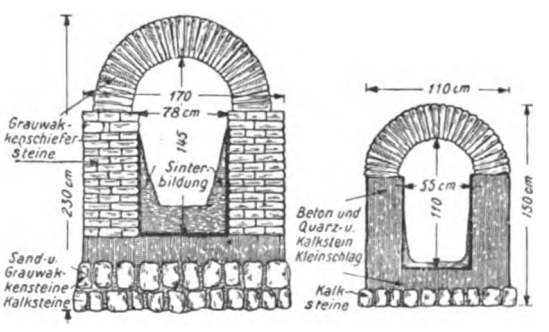


Abb. 33. Querschnitte der römischen Wasserleitung bei Köln

Digitized by Google

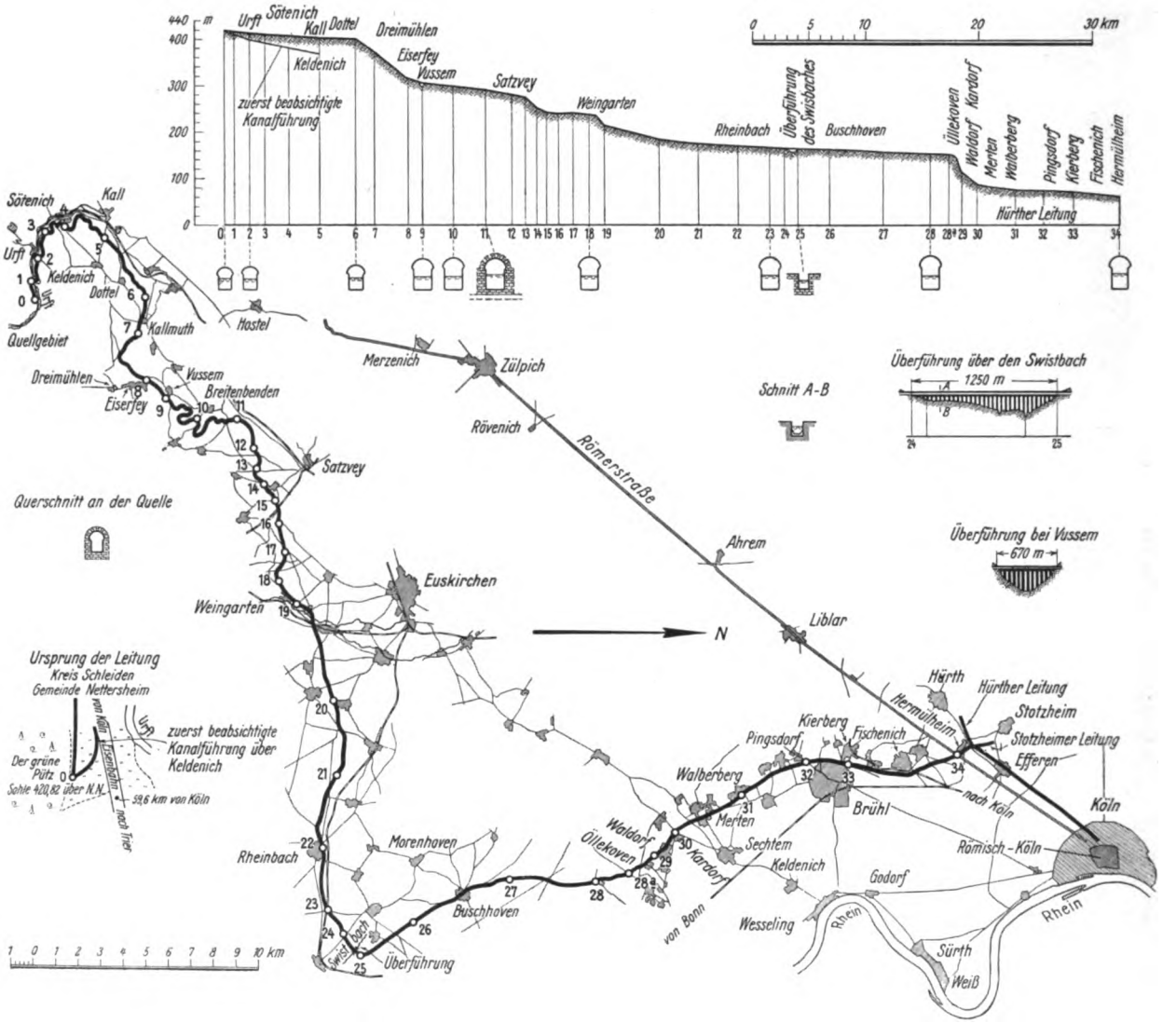


Abb. 34. Lageplan der römischen Wasserleitung bei Köln

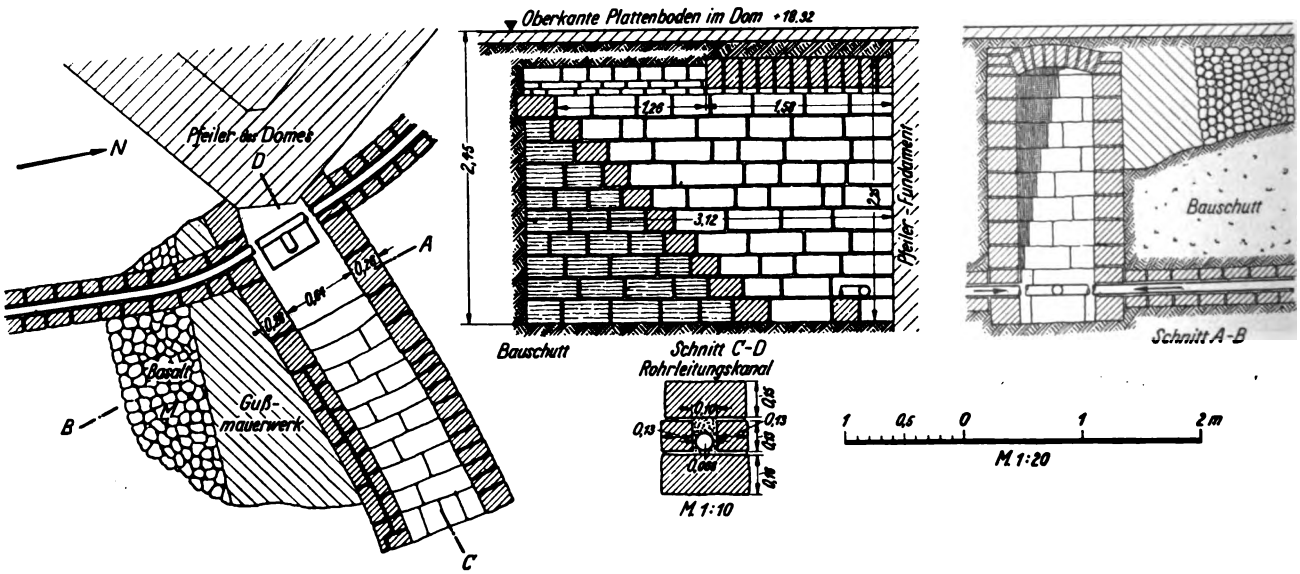
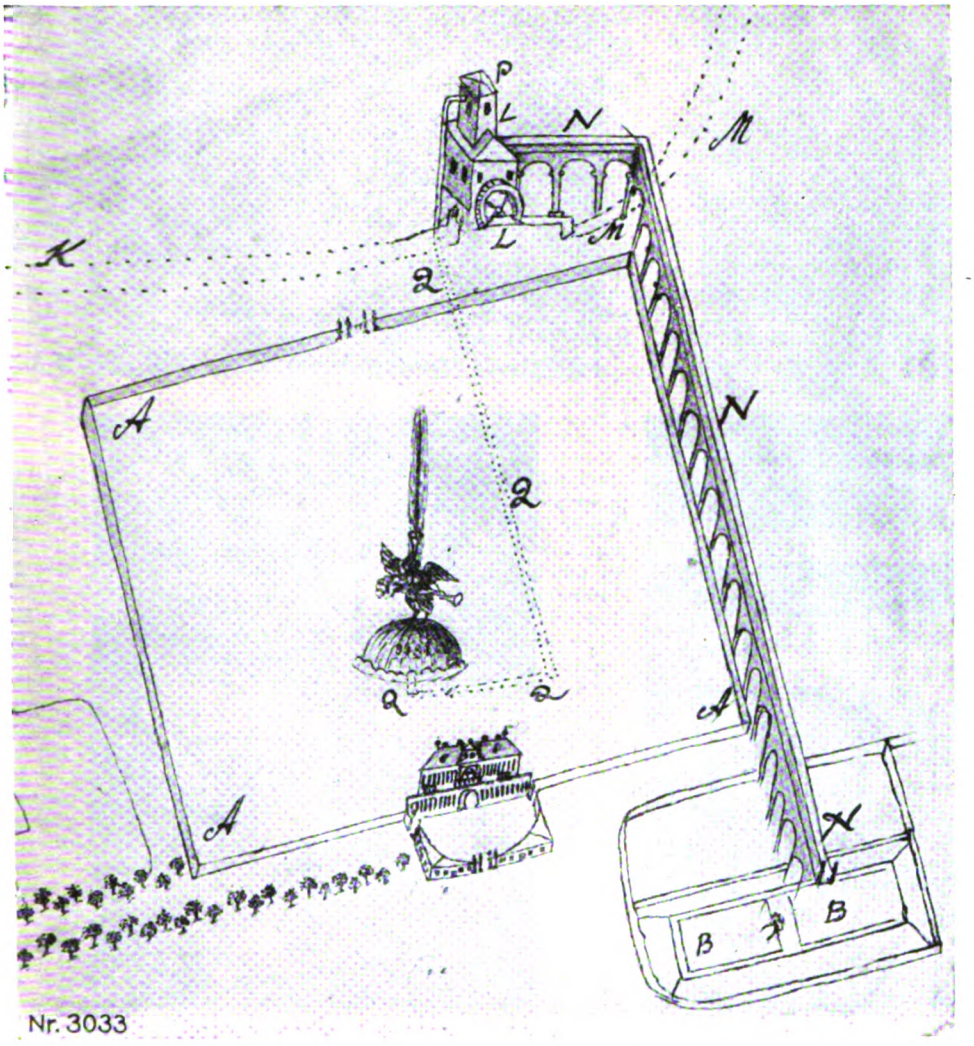


Abb. 35. Auslaß der römischen Wasserleitung im südlichen Querschiff des Domes zu Köln

Digitized by Google



Es bedeuten:

A Garten zu Herrenhausen.
B Reservoir oder Hochbehälter.
K Vorgeschlagener Kanal bis hinter den Garten zu Herrenhausen.
L Kunstgebäude.
M Graben, welcher das Wasser wieder nach der Leine führet.
N Gerenne oder Geflunder auf Böcken oder Ständern, so das Wasser nach dem Reservoir *B* führet.
P Thurm auf dem Kunsthause.
Q Röhren, so vom Thurme herab unter der Erde zu besonderem Springwerke gehen würden.

Abb. 36. Zeichnung von *Leibniz'* eigener Hand zu seinem Vorschlage über die Anlage einer Wasserkunst in Herrenhausen (Ausschnitt in natürlicher Größe)

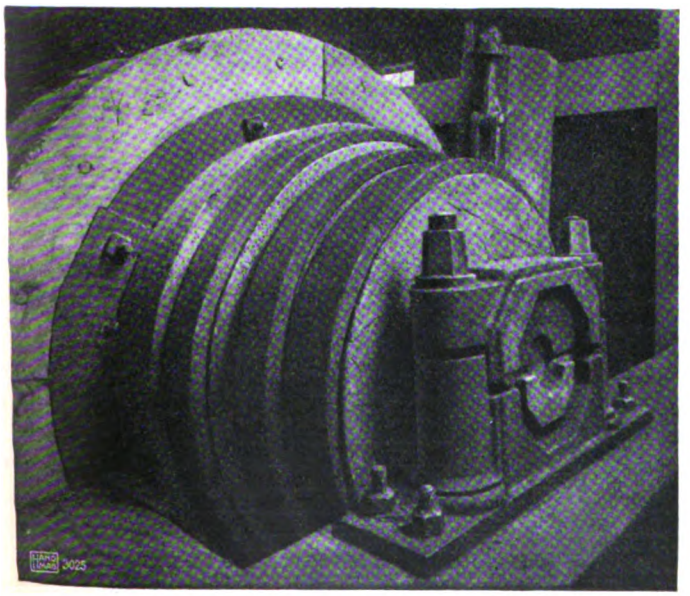


Abb. 37. Außenlager einer Wasserradwelle der Wasserkunst in Herrenhausen (Erbaut 1718—1721)

Die Wasserwerkanlagen im badischen Schwetzingen, die noch heute einwandfrei arbeiten, wurden 1762 von *Karl Theodor* zur Versorgung der Wasserspiele im Garten des Schwetzinger Schlosses erbaut. Es sind 2 Pumpstationen vorhanden, jede für eine Hoch- und Niederdruckzone.

Als Antriebskraft wird das Gefällwasser des Leimbaches benutzt. Ein künstliches Bett führt diesen in der Nähe des Schlosses vorbei. Zwischen Verwaltungsgebäuden und Stallungen steht hier das eine Pumpenhaus, „die obere Maschine". Weiter unterhalb am anderen Ende des Parkes befindet sich „die untere Maschine" mit annähernd dem gleichen Aufbau, jedoch mit weniger Nutzleistung, da dort ein geringeres Gefälle vorhanden ist. Daher genügt es, wenn die Einrichtung der „oberen Maschine" beschrieben wird.

Zwei unterschlächtige Wasserräder von je 6,1 m Durchmesser können durch Holzrinnen zusammen oder abwechselnd mit Triebwasser versehen werden, Abb. 39. Die horinzontalen Triebwellen leiten die Bewegung ins Innere der Pumpenstube. Dort vermitteln eichene Zapfenräder von 2,6 m Durchmesser, die in entsprechende Kammräder von 1.8 m Durchmesser eingreifen, den Antrieb auf die Kurbelwellen. Die Zapfen und die Kammen sind aus Weißbuchenholz und werden durch Schmierseife geschmiert.

Es sind 2 stehende Kolbenpumpen vorhanden. Die Kurbelwelle der einen Pumpe ist vierfach, Abb. 40, die der anderen dreifach gekröpft, Abb. 41. Die Lager aus Hart-

Digitized by Google

holz mit Pechschmierung tragen das Gewicht des Pumpenlaufzeuges. Die grob geschmiedeten Wellen laufen mit großer Genauigkeit in den Lagern; die Normaldrehzahl beträgt 7 Umdrehungen in der Minute. Die Pleuelköpfe sind aus Rotbuchenholz, die vertikalen Pleuel von je 2,9 m Länge aus Schmiedeeisen. Die Schraubenbolzen der Pleuelköpfe bilden mit der Pleuelstange ein Stück.

Die einfach wirkenden Holzkolben aus Eiche und mit Lederdichtungen sind durch Scharnierbolzen mit den Pleuelstangen verbunden, Abb. 42. Die Kolben arbeiten mit einem Hub von 400 mm, die Bohrung der Vierzylinderpumpe beträgt 180 mm, die der Dreizylinderpumpe 210 mm. Der Pumpenkörper und die Ventile bestehen aus Bronzeguß. Ein besteigbarer Schacht von 4,0 m Tiefe und 2,5 × 2,0 m Grundfläche gestattet bei jeder Pumpe dauernde Überwachung. Durch einen einfachen Überlauf in der Druckleitung gelangt eine ausreichende Menge Abdichtungswasser auf die Kolben und verhindert das Ansaugen von Luft. Vom Pumpenschacht führt ein horinzontaler Verbindungskanal zu den vier gemauerten Brunnen, die etwa 8 m entfernt liegen. In diesem Querschacht sind die Saugleitungen aus Blei untergebracht, die noch heute betriebsfähig sind. Die Anschlüsse dieser Leitungen sind hart gelötet. Auch die gesamten Druckleitungen von etwa 300 m Länge waren in Bleirohren verlegt; die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgte durch selbstdichtende Flanschanschlüsse nach Art unserer Hochdrucklinsen. Zu diesem Zweck wurden die Bleirohre mit losen Eisenflanschen versehen und umgebördelt. Kupferhülsen mit linsenförmiger Verbreiterung, die durch den Wasserdruck gut an die Bleirohre gepreßt werden, ergaben ausreichende Abdichtung, Abb. 43. Diese Druckrohre jedoch, also die Steigleitungen zu den Hochbehältern und die Falleitungen zu den Verwendungsstellen, mußten in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch gußeiserne Flanschenrohre ersetzt werden, da die im Erdboden verlegten Bleirohre verwitterten.

Die beiden Pumpen leisten zusammen 30 Kubikmeter in der Stunde und fördern auf etwa 18 m Druckhöhe in einen Hochbehälter von 56 cbm Inhalt, der auf einem steinernen Turmbau ruht. Ist dieser Behälter gefüllt, so versorgt ein Überlauf den darunter befindlichen von 58 cbm Inhalt. Früher bestanden diese Behälter aus dicken Bleiplatten, die durch Eichenbohlen zusammengehalten wurden; sie wogen leer etwa 9 Tonnen. Heute hat man Blechgefäße eingebaut. Der obere Behälter versieht die sogenannten „hohen Wasserspiele", d. s. die Springbrunnen im Park, mit Wasser, der untere die „niederen Wasserspiele", also die Grotten, Wasserspeier und die kleineren Becken, Abb. 44. Die Holzteile erfordern dauernde Überwachung und rechtzeitige Auswechslung. Zu diesem Zweck ist ein Planboden mit Gipsauflage vorhanden, auf dem die Ersatzstücke angerissen werden. Dagegen stammen die Zylinder, Ventile, Kurbelwellen und Schraubenbolzen noch heute aus der ersten Bauzeit. Besonders geben die Gewinde und die alten Vierkantmuttern aufschlußreiche Einblicke in die Arbeitsweise der damaligen Maschinenschlosser.

Verfaßt von Dipl.-Ing. *H. Kissinger*, Ludwigshafen (Rhein).

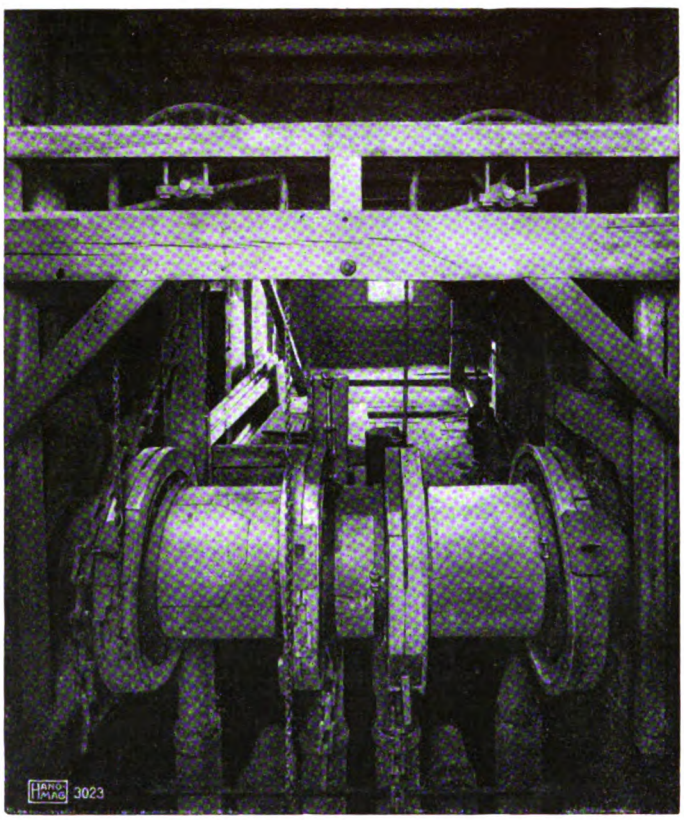


Abb. 38. Pumpenkammer der Wasserkunst in Herrenhausen (Erbaut 1718—1721)

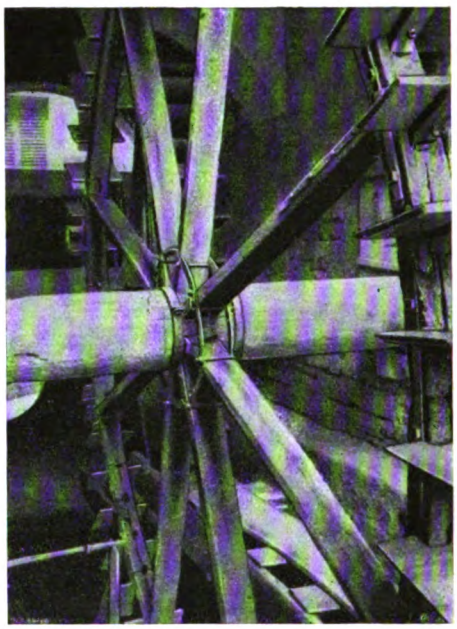


Abb. 39. Wasserrad der Pumpenanlage in Schwetzingen (1762)

Die Salinenanlage in Bad Nauheim. Über die Erbauung wird in einer Schrift von *Johann Wilhelm Langsdorf* aus dem Jahre 1781 (s. u.) folgendes berichtet: „Die ersten Gradiergebäude in Deutschland sind ohnstreitig auf dem Hanauischen Salzwerk zu Nauheim errichtet worden, allwo im Jahre 1579 von der damaligen Gewerkschaft zu Ersparung des Holzes bei der Siederei verschiedene Kasten mit Leckwänden von Stroh, welche die Taglöhner mit der Soole begießen mußten, aufgerichtet worden. Obgleich diese Gradir- oder Leckhäuser, wie man sie damals nannte, elende Gebäude mögen gewesen sein, so kann ich doch meinem Vaterland den Ruhm der ersten Aufstellung dieser Gebäude in Deutschland von andern Scribenten nicht absprechen lassen." Über das Verfahren der Salzgewinnung schreibt *William Brownriggs* (s. u.). „Das Verfahren war anfangs sehr unbequem und mühsam: man machte eine Wand von Stroh über den Kasten, wohin die Sohle geleitet wurde; die Arbeiter schöpften auf beyden Seiten das Salzwasser und begossen damit die Wand so lange, bis die Sohle die verlangte Stärke erhalten hatte. Man hatte also viel Arbeiter und viel Zeit nöthig, weil das Wasser durch Anwerfen nicht besonders hoch herunter fiel. Es ging auch viel Sohle verlohren, und des Ausbesserns der Strohwände war kein Ende. Man brachte Schöpfräder an, welche die Wände bespritzen sollten; aber auch dieses leistete noch nicht den Nutzen, den es haben konnte. Endlich verbesserte man sie 1730 auf die Weise, wie sie gegenwärtig sind."

Die Entwicklung dieser Anlage muß ganz außerordentlich schnell vor sich gegangen sein, denn auf einem Plan über das Salzwerk Nauheim aus dem Jahre 1792 sind 18 Gradierwerke mit einer Gesamtlänge von 4842 m ver-

Digitized by Google

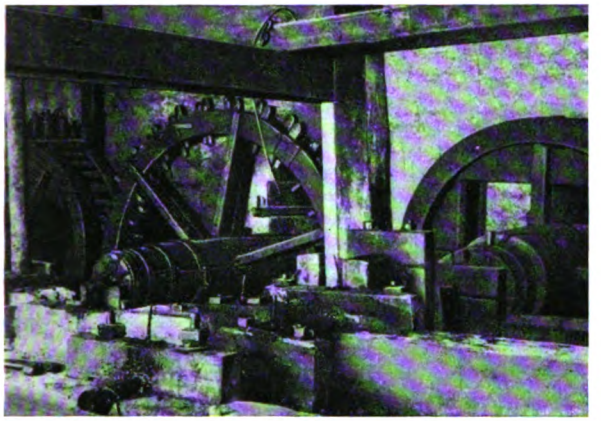


Abb. 40. Wasserwerk Schwetzingen (1762)

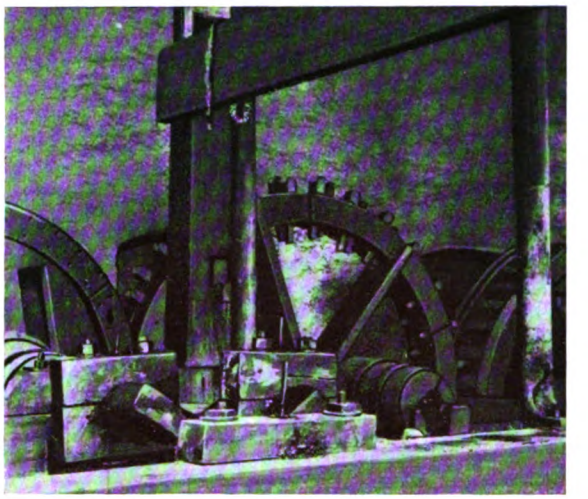


Abb. 41. Wasserwerk Schwetzingen (1762)

zeichnet. Die damals schon festgelegte Bauart der Gradierwerke ist heute noch beibehalten. Über die Bedornung berichtet *Johann Wilhelm Langsdorf:* „Sowie die Dorne gehauen sind, müssen sie gleich in Wellen zusammen gebunden werden. Diese Dornwellen müssen nun, ehe sie in die Stellage eingeschlagen werden, vorne abgestumpft werden, damit die Dornwand desto ebener aufgeführt werden könne." Hierzu folgende Anmerkung: „Man pflegt sie mit einem Beil oder Axt abzustümpfen, die Manipulation gehet aber sehr langsam, und ist, wo viele Dornwände zu schlagen sind, kostbar. Dahero habe ich mich bei solcher Arbeit einer besonderen Maschine bedienet, welche Fig. 32 (Abb. 49) gezeichnet ist, wo *a, b, c, d* eine Rahm, in welchem ein eichenes vorne abgeschärftes Klotz in einer Falze lauft. An dessen Schärfe *f* ist ein wohl verstahltes Messer befestigt. Bei *g* ist eine Rolle angebracht, über welche ein an den Klotz festgebundenes Seil läuft das von drei Personen stets aufgezogen und so oft der vierte Mann eine Dornwelle auf das untere Hackklotz *h* gelegt hat, losgelassen wird, da dann jede Welle accurat und auf einmahl, wie es verlangt wird, abgeschnitten wird. Vier Personen können hierdurch in einer Stunde mehr ausrichten als sechs in einem ganzen Tag mit Äxten." Demnach scheint die furchtbare Hinrichtungsmaschine aus der französischen Revolution bereits lange vorher auf dem Nauheimer Salzwerk friedlichem Gewerbefleiß gedient zu haben.

Wichtig war es, die Sole in die über den Gradierbauten angebrachten Tröpfelwerke zu bringen. Die Tröpfelwerke haben den Zweck, die Sole gleichmäßig über den Gradierbau zu verteilen. Sie bestanden, wie auch heute noch, aus einem Sammeltrog aus Holz, in dem sich zu beiden Seiten Zapfhähne befinden, die auf gleichmäßigen Abfluß eingestellt werden. Auf schräg stehenden Brettern sind Dreikantleisten aufgesetzt mit versetzten Schlitzen,

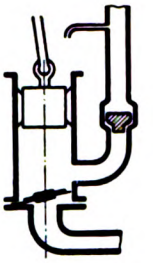


Abb. 42. Schematische Darstellung der Pumpen

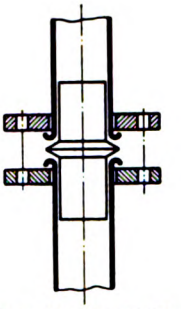


Abb. 43. Selbstdichtender Flanschanschluß der Bleirohrleitungen

so daß der aus dem Hahn fließende Solestrahl, in acht bis zehn gleiche Teile über einer gewissen Strecke verteilt, die Dornwand herunterrieselt. Die heute noch in Betrieb befindlichen Gradierwerke sind 1154 m lang und durchschnittlich 10,5 m hoch.

Zur Hebung der Sole dienten Pumpwerke stehender und liegender Bauart. Der Antrieb dieser Pumpwerke erfolgte durch Windräder, Göpel und Wasserräder. Man nannte diese Anlagen „Kunst". So gab es „Windkünste", „Roßkünste" und „Wasserkünste". Die Bezeichnung „Kunstwärter" ist heute noch für die Bedienungsmannschaft der Pumpanlagen üblich. Das Salzwerk Nauheim hatte 1790 eine „Roßkunst", zwei „Windkünste" und sechs „Wasserkünste". Zwei Wasserkünste sind heute noch erhalten, von denen die größte jetzt noch im Betrieb ist.

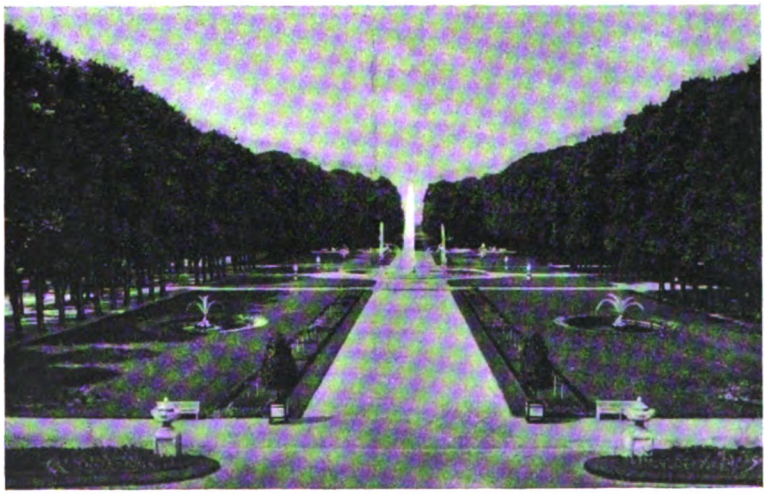


Abb. 44. Die Wasserkunstanlagen im Schwetzinger Park (1762)

Digitized by Google

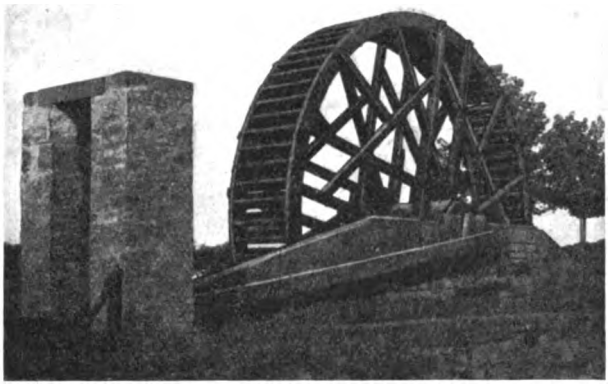


Abb. 45. Wasserrad in Schwalheim zum Antrieb der Salinenanlage Bad Nauheim (um 1730)

Die bedeutendste war jedenfalls die Kunst Nr. 4, die von dem Wasserrad in Schwalheim durch die Wetter, Abb. 45 u. 46, angetrieben wurde. Die Übertragung der Wasserkraft auf die Pumpen erfolgte durch ein auf kleinen Wagen gelagertes Gestänge, Abb. 47. Die Länge dieses Gestänges vom Wasserrad bis zur Kunst am Waitzschen Turm beträgt 886 m, wobei ein Höhenunterschied von 22 m zu überwinden ist. Die Drehbewegung der Wasserrad-Kurbel wird durch eine Schwinge, Abb. 48, in die hin und her gehende Bewegung des Gestänges übertragen. Seitlich ist die Schubstange durch einen Führungsbock gehalten, Abb. 46. An die Schwinge bzw. an die Schubstange schließt sich dann das Gestänge an. Besonders bemerkenswert ist der unter dem Gradierbau Nr. 2 liegende Werkständer, der den Höhenknickpunkt und die wagerechte Richtungsänderung des Gestänges vermittelt, Abb. 50 u. 51. Bei normalem Triebwasser der Wetter arbeitet das Wasserrad mit 2½ Uml./min. Es sind sechs einfachwirkende Pumpen vorhanden, von denen vier liegend und zwei stehend angeordnet sind. Die Zylinder bestehen aus Rotguß, die Kolben haben Lederdichtungen. Die Anschlußstücke für die Ventile sind aus Gußeisen hergestellt. Ebenso bestehen die Rohrleitungen aus Gußeisen, deren Muffen durch Holzkeile gedichtet sind. Zum Ausgleich der Wasserschläge sind in die Saugleitungen Holzkübel eingebaut. Die liegenden Pumpen, Abb. 52, werden unmittelbar vom Gestänge, die stehenden durch Balanciers angetrieben. Für die Wasserkraft-Kunst am Ludwigsbrunnen, Abb. 53 u. 54, wurde im Sommer das Triebwasser einem großen künstlich angelegten Teich entnommen, da der kleine Bach, die Usa, in der besten Gradierzeit zu wenig Triebwasser lieferte. In dem sog. „großen Teich", der rd. 400 000 cbm faßt, wurde im Winter das Triebwasser gesammelt und durch eine Rohrleitung den verschiedenen Wasserkünsten zugeführt. Die Leitungslänge bis zum Rad am Ludwigsbrunnen beträgt rd. 1500 m. Das jetzt noch stehende Rad, Abb. 53 u. 54, wurde von Henschel & Sohn in Kassel etwa um 1840 gebaut.

Nach Mitteilungen von Oberbaurat *Berck*, Bad Nauheim, der auch zahlreiche Unterlagen für die Bilder zur Verfügung stellte. s. a: *Johann Wilhelm Langsdorf*, Ihro Hochfürstlichen Durchlaucht zu Hessen-Darmstadt wirklichen Kammerrath und Salinen-Direktor. Ausführliche Abhandlung von Anlegung, Verbesserung und zweckmäßiger Verwaltung derer Salzwerke nebst einem Anhang von den Rechten und Befugnissen eines Landesherrn auf Salzquellen und auf den Alleinhandel des Salzes. Gießen bey Johann Christian Krieger dem jüngeren 1781 im II. Capitel „von Anlegung derer Gradirhäuser". — *Williams Brownriggs* Kunst Küchensalz zu bereiten, wie es heut zu Tage in den meisten Ländern gewöhnlich ist, nebst verschiedenen vorgeschlagenen Verbesserungen durch *Friedrich Wilhelm Heun*, Churfürstl. Sächsicher Bergrath, auch Condirektor der Churfächsischen Salinen. Leipzig bey Johann Junius 1776.

Die Salinenanlage in Bad Münster am Stein, Abb. 55, die heute noch erhalten ist, wurde im wesentlichen schon im Jahre 1721 von *Heinrich Bartels* und *Christoph Ruprecht* erbaut. Es sind drei Wasserräder vorhanden, die einen Durchmesser von 9,20 m haben und etwa 5 PS entwickeln.

Nach Mitteilungen von Salinendirektor Ingenieur *C. A. Kuipers*, Bad Münster am Stein, der auch die Bildunterlage zur Verfügung stellte.

Abb. 47. Kraftübertragungsgestänge der Salinenanlage Bad Nauheim (um 1730)

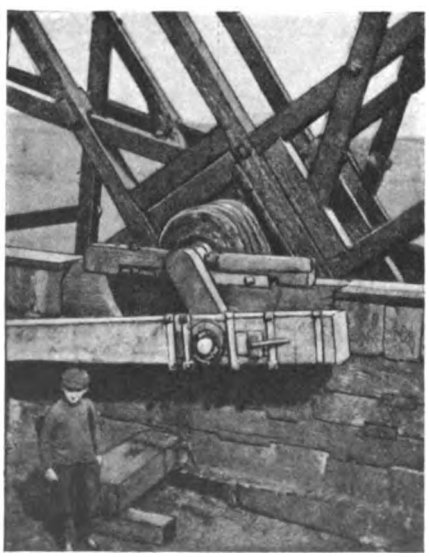


Abb. 46. Kurbeltriebwasserrad in Schwalheim bei Nauheim (um 1730)

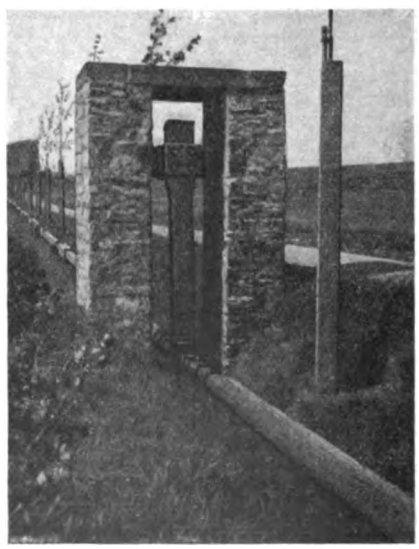


Abb. 48. Schwinge des Kraftübertragungsgestänges der Salinenanlage Bad Nauheim (um 1730)

Digitized by Google

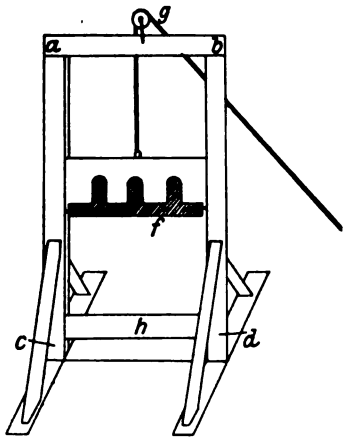


Abb. 49. Fallbeilartige Vorrichtung zum Beschneiden der Dornwände (um 1700)

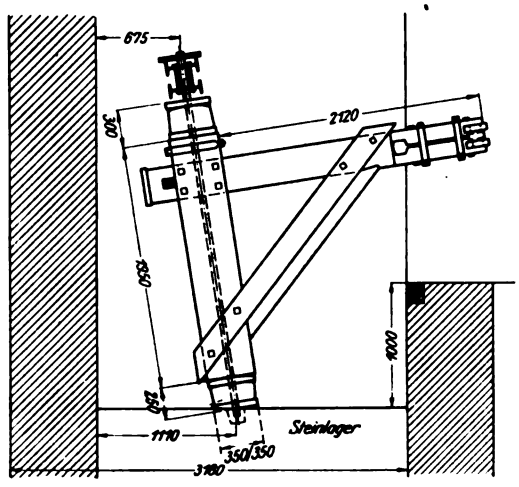


Abb. 50. Seitenansicht

Die Saline in Kösen, Abb. 56 bis 59, Erbauer der Anlage ist *Johann Gottfried Borlach* (geb. 1687, gest. 1768), der auch die noch bestehenden Salzwerke in Dürenberg und Artern eingerichtet hat. Die Pumpen, die die Sole auf die Gradierhäuser fördern, werden durch ein großes unterschlächtiges Wasserrad bewegt, das ein Arm der Saale antreibt. Die Anlagen wurden um 1730 erbaut.

Nach Mitteilungen der Städt. Badeverwaltung Bad Kösen.

Die Salinenanlage in Bad Kreuznach, Abb. 60 u. 61, wurde von zwei Privatgesellschaften, welche die Werke nach vierzigjährigem Betrieb gegen Erstattung ihres damaligen Wertes an die kurpfälzische Regierung zurückgeben mußten, erbaut. 1802 beschlagnahmte die französische Regierung die Salinen. Später gingen sie in preußischen Staatsbesitz über und wurden 1816 dem Großherzog von Hessen als Familieneigentum übergeben; seit 1897 ist die Anlage im Besitz der Stadt Bad Kreuznach. Die Salinen wurden 1732 bzw. 1743 von dem berühmten Salzwerkssachverständigen Freiherrn *von Beust* erbaut. Ursprünglich dienten sie nur zur Kochsalzgewinnung; später wurde auch der Jod- und Bromgehalt der Kreuznacher Quellen erkannt und mit der Gewinnung dieser Stoffe begonnen. Die zehn in Kreuznach damals errichteten Gradierwerke waren 8 m hoch und insgesamt 2200 m lang; später wurde noch ein elftes Gradierwerk errichtet. Ursprünglich waren die Gradierwerke in ihrer ganzen Länge überdacht. Die Betriebskraft für die Pumpen liefern vier Wasserräder und eine Turbine, die von der Nahe angetrieben werden. Der wohl 2 km lange Oberkanal der Theodorshaller Saline diente vor Einführung der reinen Kohlenfeuerung auch gleichzeitig zum Flößen des Brennholzes für die Siedepfannen.

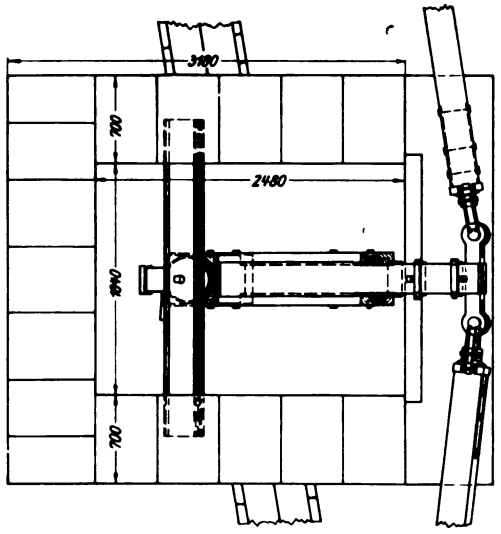


Abb. 51. Grundriß

Abb. 50 und 51. Werkständer für den Richtungswechsel im Kraftübertragungsgestänge der Salinenanlage Bad Nauheim

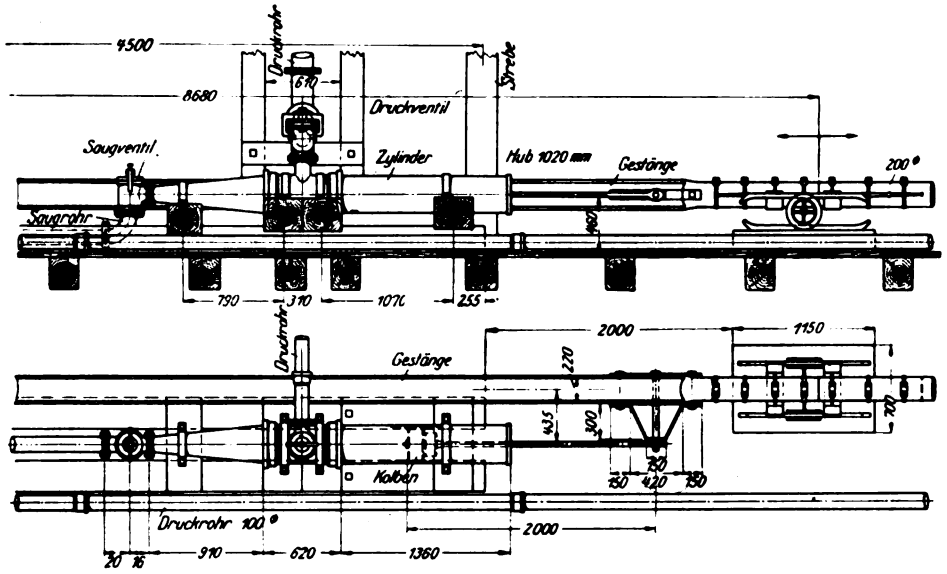


Abb. 52. Anordnung der Pumpe am Gradierbau V und Wagen der Salinenanlage Bad Nauheim für das Kraftübertragungsgestänge

Digitized by Google

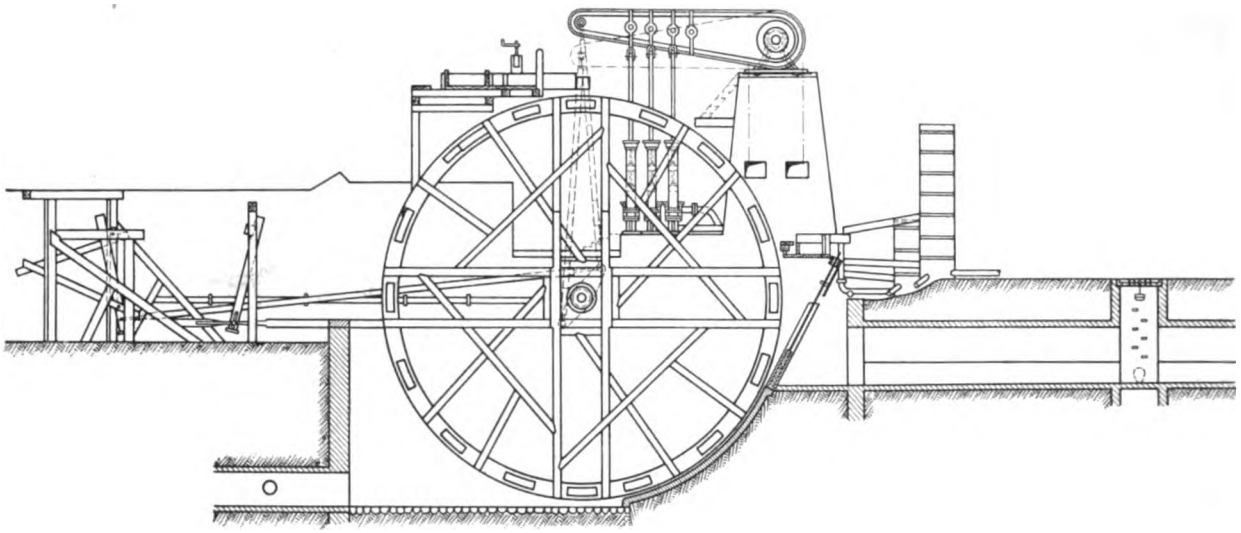


Abb. 53. Wasserrad mit Pumpenanlage am Ludwigsbrunnen der Salinenanlage Bad Nauheim

Die Wasserräder haben einen Durchmesser von etwa 8,5 m und machen durchschnittlich 4 Uml./min. Das sogenannte Feld- oder Kunstgestänge, das früher rd. 3000 m lang war, überträgt die Kraft auf etwa 50 Pumpen; der Hub dieses Gestänges beträgt 1 m. Je nach der zu fördernden Solmenge hat der Pumpenzylinder einen Durchmesser von 125 bis 225 mm. In den letzten 25 Jahren sind die Pumpen mehr zentral angeordnet und das Gestänge entsprechend verkürzt worden. Wenn auch einzelne Teile der Anlage hin und wieder erneuert worden sind, so ist doch im ganzen die Einrichtung in der ursprünglichen Form erhalten. Auch die Siedegebäude stammen noch aus der Zeit der Erbauung.

Nach Mitteilungen von Direktor *E. Neumann*, Bad Kreuznach.

Das Gradierhaus in Schwäbisch-Hall, Abb. 62, stammt etwa aus dem Jahre 1835.

Nach Mitteilungen des histor. Ver. f. Württemberg.-Franken durch Baurat *Jordan* in Hall.

Das Pumpenwerk der Salinenanlage in Bad Kissingen, Abb. 63 bis 67, ist um 1848 von *Cramer-Klett* gebaut worden. Die Zeichnungsunterlagen wurden vom Landbauamt in Bad Kissingen zur Verfügung gestellt.

Nach örtlich ermittelten Angaben von Dipl.-Ing. *Baer*, Berlin.

Die alte Entwässerungsmühle in Ochsenwärder bei Hamburg. Zur künstlichen Entwässerung der Marschen bediente man sich früher sogenannter Schöpf- oder Hubwerke, die ihren Antrieb von einer Windmühle erhielten. Schon 1571 wird eine Pumpmühle in Ecklack in der Wilstermarsch erwähnt. In Billwärder sind solche bis 1590 zurückzuführen. Das letzte, 1881 abgebrochene Billwärder Hubwerk wurde im Modell nachgebildet und dieses im Museum für Hamburgische Geschichte aufgestellt. In Ochsenwärder war noch bis 1910 eine solche Mühle im Gebrauch. Die erste Bauart besteht aus einem Rad, dessen Speichen als flache Bretter ausgebildet sind, die das Wasser aus dem tieferen in den höheren Graben schleudern; eine Windmühle diente als Antrieb.

Eine zweite Bauart hat an Stelle des Hubrades eine archimedische Schnecke. Sie wurde 1772 von *Johann Holler*, dem Unternehmer des Eiderkanals, eingeführt. In Reitbrock wurde eine solche Mühle 1780 erbaut. 1747 gab es in der Wilstermarsch 900 Windmühlen. 1888 waren noch 93 Entwässerungsmühlen im Betrieb. Erhalten hat sich eine Schneckenmühle am Landscheideweg unweit des Elversweges in Ochsenwärder, die sich aber in sehr verfallenem Zustande befindet, und eine am Norderdeich in Ochsenwärder, Abb. 68 u. 69, die noch bis 1924 im Gebrauch war. Diese Mühle wurde jetzt vom Hamburgischen Staat erworben, um sie an Ort und Stelle zu erhalten.

Nach Mitteilungen des Denkmalpflegers für das Hamburgische Staatsgebiet. — s. a. *Lembke, F. A.:* Die letzte Hamburger Schöpfmühle wird heimatkundliches Denkmal (Abendausgabe der Hamburger Nachrichten vom 23. Sept. 1927). — Heimatbuch des Kreises Steinburg. Glückstadt, Augustin 1925. S. 323.

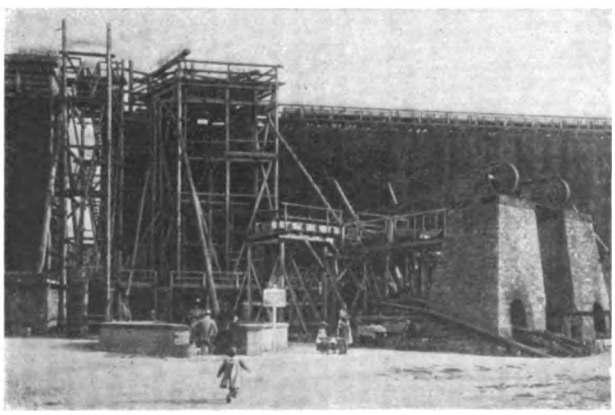


Abb. 54. Saline und Pumpenwerk am Ludwigsbrunnen der Salinenanlage Bad Nauheim

Abb. 55. Salinenanlage Bad Münster am Stein

Digitized by Google

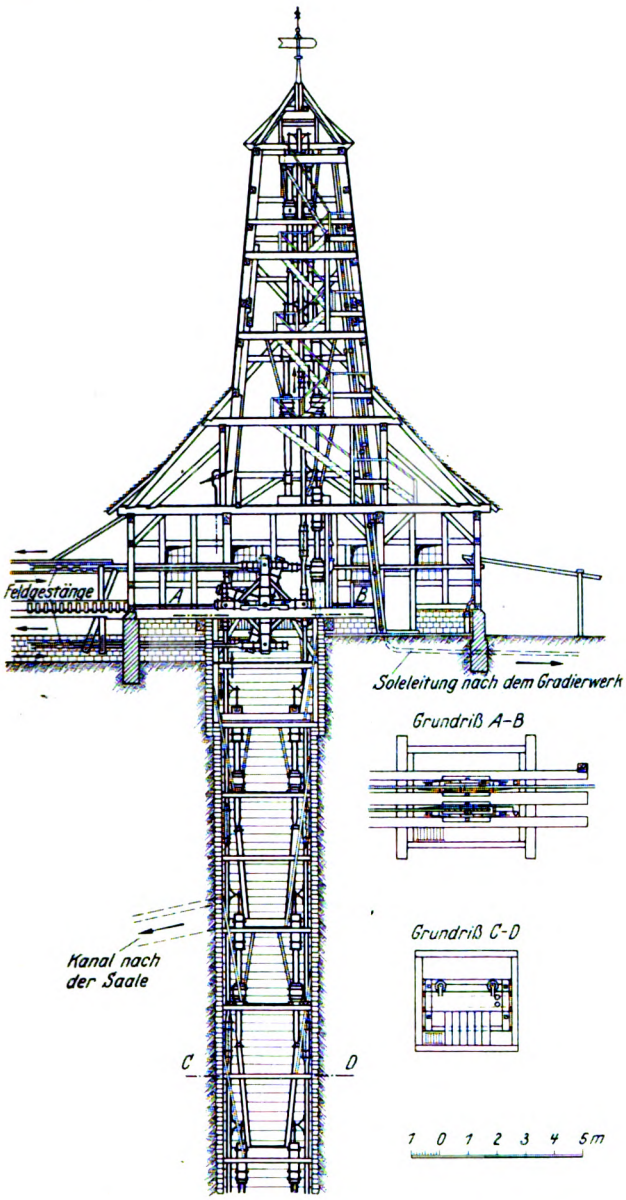


Abb. 56. Pumpenturm der Salinenanlage Kösen (um 1730)

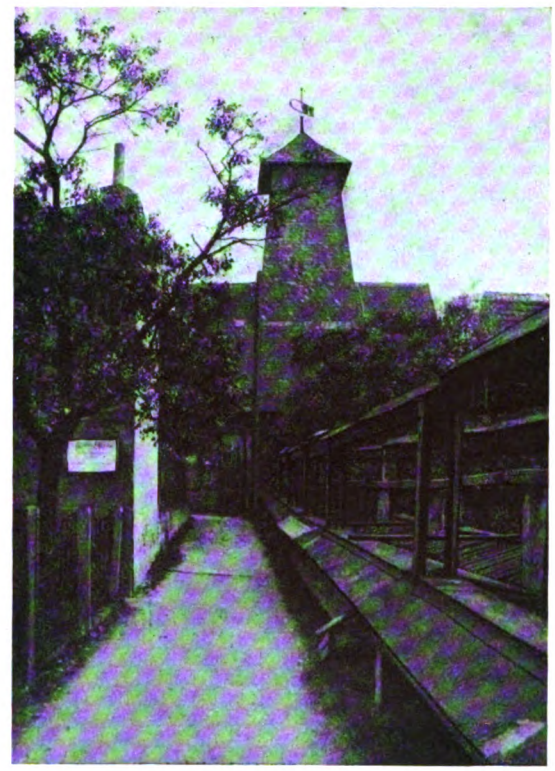


Abb. 57. Pumpenturm und Kraftübertragungsgestänge der Salinenanlage Kösen (um 1730)

Die Walkmühle bei Hüven (Regierungsbezirk Osnabrück) diente zur Bearbeitung des sog. „Wüllaken" oder „Pai". Das Tuch wurde in einen mit Wasser gefüllten Bottich gelegt und von Holzstämmen, deren unteres Ende abgeschrägt und geriffelt ist, gestampft. Ein durch ein Wasserrad betätigtes Triebrad hebt und senkt die Stampfer. Das gleiche Wasserrad treibt noch eine Ölmühlanlage, die in dem gleichen Gebäude untergebracht ist. Die Anlage ist schon sehr in Verfall geraten, da das Dach der Mühle einzustürzen drohte und abgerissen werden

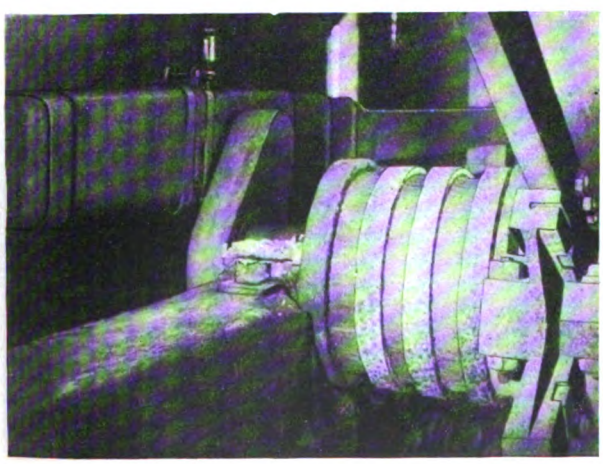


Abb. 58. Lagerung der Wasserradwelle der Salinenanlage Bad Kösen (um 1730)

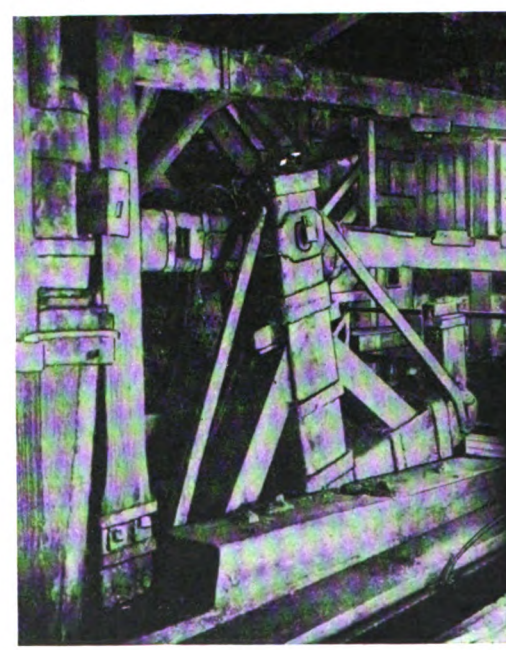


Abb. 59. Kraftübertragungskreuz im Pumpenturm der Salinenanlage Kösen (um 1730)

Digitized by Google

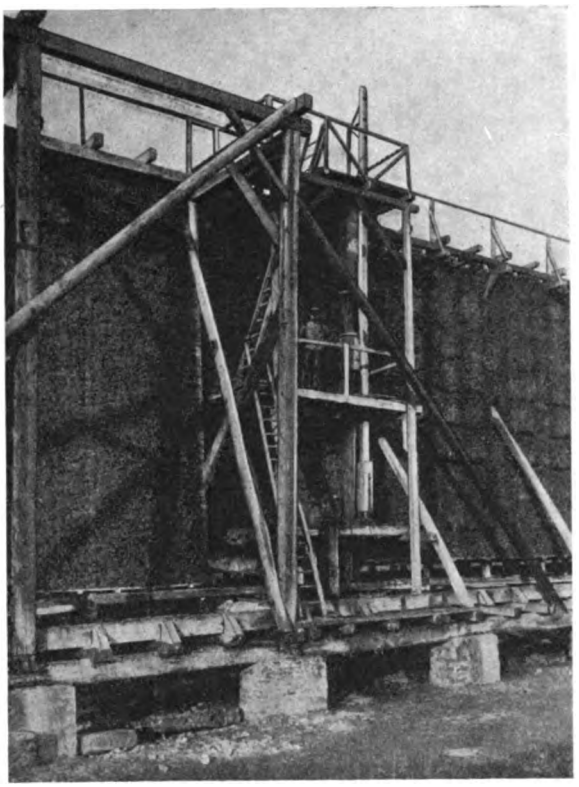


Abb. 60. Gradierwerk der Salinenanlage Bad Kreuznach.

mußte. Die Umfassungswände und die technische Einrichtung sind jedoch noch vorhanden. Eine Erhaltung ist sehr erwünscht.

Nach Mitteilungen des Landrats Freiherrn *v. Fürstenberg* (Sögel) Regierungsbezirk Osnabrück. Eine Abbildung, die das Innere der Anlage zeigt, war bisher nicht zu beschaffen.

Die Stockumer Mühle, Abb. 71 u. 72, bestand, wie aus alten Handzeichnungen zu ersehen ist, bereits im 13. Jahrhundert. Das Gebäude war ursprünglich ganz aus Holz und wurde im Jahre 1858 aus Steinfachwerk neu hergestellt. Die Bauart der Mühleneinrichtung ist noch die gleiche, wie die, welche im Jahre 1691 eingebaut wurde. Die technische Einrichtung solcher Anlage ist aus der Zeichnung, Abb. 70, zu ersehen, die die Mühlenanlage in Kessler wiedergibt. Man erkennt, wie zweckentsprechend auch früher schon versucht wurde, die zur Verfügung stehenden Wasserkräfte auszunutzen. Die Wasserräder und Mahlgänge sind an einem Hebebaum aufgehängt, der mit Hilfe einer großen Spindel auf- und abbewegt werden kann. Auf diese Weise ist eine Anpassung an den jeweiligen Wasserstand möglich.

Nach Mitteilungen von Dir. *M. Langer* und Dir. *Cords*, Hamm i. Westf., die auch die Bildunterlagen zur Verfügung stellten. s. a. *Steinhauer:* „Ein Besuch an der Stockumer Mühle", Westfälischer Kurier, Nr. 64 vom 20. 7. 1926.

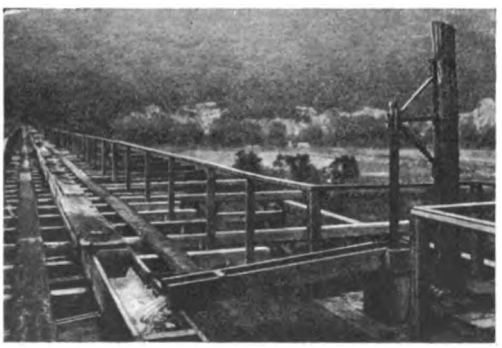


Abb. 61. Pumpe und Verteilungsrinnen auf dem Gradierwerk der Salinenanlage Bad Kreuznach

Die alte Schloßmühle in Meersburg am Bodensee. Wenn der Besucher von Meersburg nach kurzem Anstieg das Ende des steilen Schloßgrabens erreicht hat, so fällt ihm zur rechten Hand ein kleines altes Gebäude mit weit vorspringendem Erker auf, Abb. 74. Das ist die Meersburger Schloßmühle, die um das Jahr 1690 erbaut wurde. An ihrer Rückseite reicht ein mächtiges oberschlächtiges Wasserrad in den tiefen Schloßgraben hinein, den der Konstanzer Bischof Nikolaus von Kenzingen im Jahre 1334 von 400 Bergknappen aus dem gewachsenen Fels brechen ließ, um dadurch dem Platz den Charakter einer Festung zu geben.

Nicht mehr alles ist in der alten Mühle erhalten. Im Laufe der Zeit sind viele Teile geändert und ausgewechselt worden. Die alte wagerechte Holzwelle *a* hat nicht mehr

Abb. 62. Gradierhaus in Schwäb. Hall (1885)

einen Durchmesser von 60 cm wie früher, sondern ist nur noch 45 cm stark, da heute derartig dicke Eichenstämme selten sind. Ebenso ist die Nabe des großen darauf befindlichen Kegelrades y_1 erneuert worden. Abb. 75 zeigt die alte, Abb. 73 u. 74 die heutige Ausführung der Holzwelle und der Nabe. Die alten senkrechten Wellen sind um 1870 durch stählerne ersetzt worden, desgleichen die darauf aufgekeilten Zahnräder. An den Vorgelegen hat jeweils das größere treibende Rad Holzzähne in gußeisernem Radkranz, das kleinere getriebene Rad besteht ganz aus Gußeisen.

Das oberschlächtige Wasserrad hat einen Durchmesser von 7,8 m. Wenn es auch wegen der mit der Feuchtigkeit verbundenen Fäulnis hin und wieder ausgebessert wurde, so ist es doch stets dem ursprünglichen Rad gleichgeblieben. Eine Versteifung gegen Beanspruchungen in achsialer Richtung hat sich nicht als notwendig erwiesen. Mit dem Wasserrad auf der gleichen Holzwelle *a* sitzt ein großes Kegelrad y_1 mit 252 hölzernen Zähnen. Diese beiden Antriebsräder der Mühle sind besonders bemerkenswert. Das Kegelrad scheint erhalten zu sein, wenigstens konnte seine Erneuerung nicht festgestellt werden. So schwerfällig, knarrend und ächzend es im Betrieb mit seinen ganz aus Holz zusammengefügten Teilen sich dreht, zeugt es doch von einem feinen konstruktiven Emp-

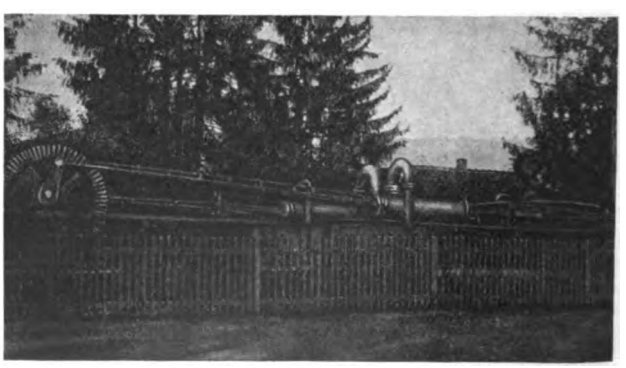


Abb. 63. Pumpwerk der Salinenanlage Bad Kissingen (um 1848)

Digitized by Google

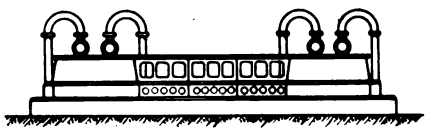


Abb. 64. Ansicht in Pfeilrichtung

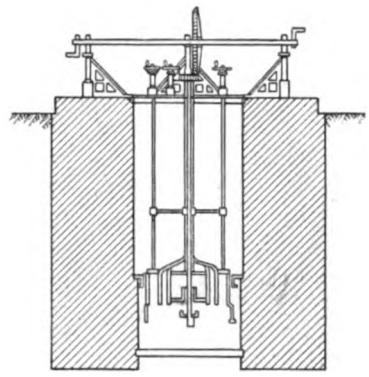


Abb. 65. Turbine

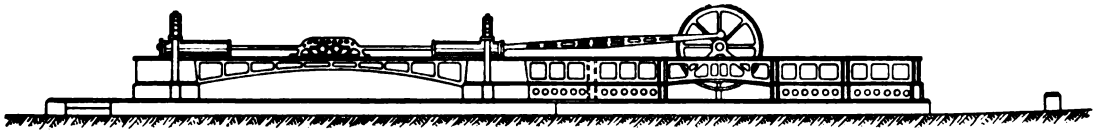


Abb. 66

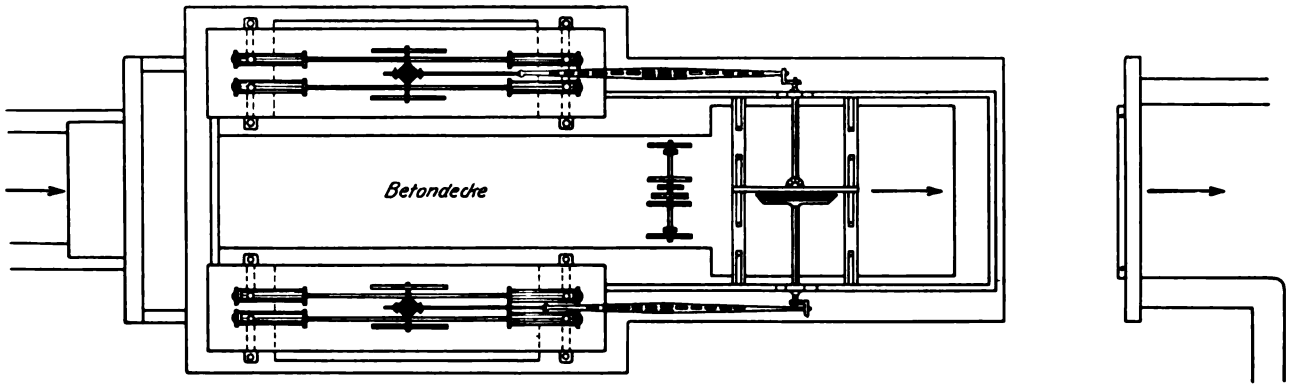


Abb. 64—67. Pumpenanlage mit Wasserturbinenantrieb auf der unteren Saline Bad Kissingen (um 1848)

finden. Die einzelnen Ausschnitte des Radkranzes, Abb. 73 u. 75, der den für die damaligen Verhältnisse großen Durchmesser von 4,9 m hat, sind durch Holzdübel verbunden. Das Wasserrad und das große Kegelrad y_1 sind auf der gemeinsamen Welle a durch ein zwischen Welle und Nabe geschobenes, über den ganzen Umfang verteiltes Lattenbündel l aufgekeilt.

In der hölzernen Zuleitungsrinne von 40×25 cm² Querschnitt fließt bei normalem Betriebe ein 5 bis 7 cm tiefes Wässerlein mit einer Geschwindigkeit von 1,2 m/s. Die Wassermenge beträgt daher 24 bis 34 l/s. Das ergibt unter Vernachlässigung der Geschwindigkeitshöhen bei rd. 8 m hohem Gefälle eine Leistung von rd. 2,7 bis 3,6 PS. Die wagerechte Welle a macht 2 Uml./min. Bei Berücksichtigung der Zähnezahlen für die senkrechte Hauptantriebswelle b ergeben sich 14 Uml./min. Die übrigen Wellen-Geschwindigkeiten sind leicht aus den Zähnezahlen zu errechnen.

Ursprünglich waren nur die beiden in der Mitte aufgestellten Mahlgänge m_1 und m_2 vorhanden, die durch zwei senkrechte Wellen c und d direkt angetrieben werden. Von der Mitte dieser Wellen zweigen zwei Riementriebe v_1 und v_2 zu den vor den Mahlgängen liegenden Mahlkästen k_1 und k_2 ab. Ebenfalls alt ist der rechts in Abb. 75 Vorderansicht liegende Gerbgang g_1, der mittels Kegelrad- und Riemenübersetzung in Bewegung gesetzt wird. Der Riementrieb besorgt durch Rutschen nötigenfalls die selbsttätige Ausschaltung des Gerbgangs beim Vorkommen von Steinen, Schrauben oder sonstigen festen Gegenständen. Dieser Riemen darf daher nicht geharzt werden.

In den Mahlgängen m_1 und m_2 und im Gerbgang g_1 steht der untere Stein still, die senkrechte Welle ist abgedichtet durch ihn geführt und dreht den darüberliegenden Stein. Die durch die Steinabnützung erforderliche Nachstellung der Spurlager erfolgt bei den beiden Mahlgängen m_1 und m_2 je durch eine an einem eisernen Hebel angreifende Zugstange i, die unter einem die senkrechte Welle tragenden Kolben in einem Lagergehäuse angreift und ihn je nach der Abnützung der Mahlsteine heben

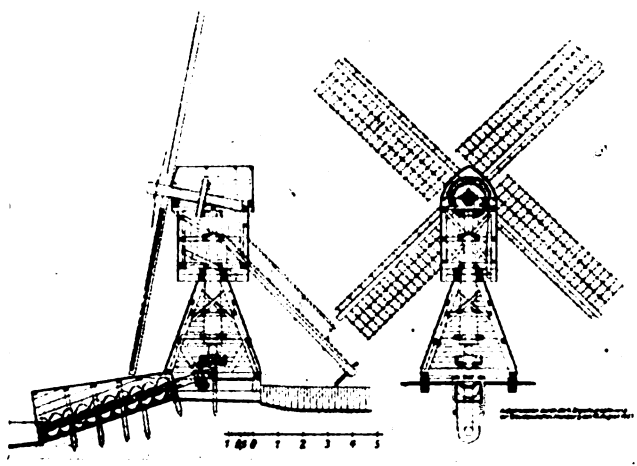


Abb. 68. Entwässerungsmühle in Ochsenwärder bei Hamburg (1772)

Digitized by Google

Abb. 69. Entwässerungsmühle in Ochsenwärder bei Hamburg (1772)

oder senken kann. Bei dem Gerbgang g_1 ist der eiserne Hebel durch Holzausführung in entsprechend stärkerer Ausführung ersetzt. Die Nachstellung wirkt hier bedeutend ungünstiger, da der Hebelbalken h_1 nicht immer genau wagerecht und das auf ihm sitzende Spurlager nicht immer genau senkrecht zu liegen kommt. Außerdem wird hier die Zugwirkung der Stellspindel i nicht vom Hebelbalken h_1 selbst aufgenommen, sondern von einem ihm seitlich und winkelrecht angesetzten Armstummel h_2, der allerdings nach der Einstellung unterlegt wird. Diese Nachstellvorrichtung läßt auch aus der Ausführung der Zugstangen i auf ein erhebliches Alter schließen. Meist laufen nicht alle Gänge gleichzeitig. Das Ausschalten erfolgt dadurch, daß man bei Stillstand der Mühle das Stirnrad des betreffenden angetriebenen Ganges auf den senkrechten Wellen c, d, n oder p von Hand anhebt und es durch die Zwischenlage eines Holzstückes zwischen ihm und dem Stellring am Eingriff in das Flugrad z_1 verhindert.

Der Mahlgang m_1 wird zum Feinmahlen, der Mahlgang m_2 zum Schroten von Schweinefutter benutzt.

Wenn man den vorhandenen Wasserquerschnitt mit dem Umfang des Triebwerks vergleicht, so erscheint im ersten Augenblick die Möglichkeit seiner Ingangsetzung zweifelhaft. Jedoch geht das so leicht, daß ein einzelner Mann, der am großen Kegelrad y_1 oder am Flugrad z_1 angreift, das Triebwerk trotz der primitiven Lagerstellen in Bewegung setzen kann. Die Lager bei der großen Holzwelle a bestehen nur aus Pockholzklötzen, die dem Zapfendurchmesser entsprechend ausgehöhlt sind. Irgendwelche Lagerschrauben sind nicht vorhanden, nur ein darübergelegter Deckel schützt das Lager gegen Staub.

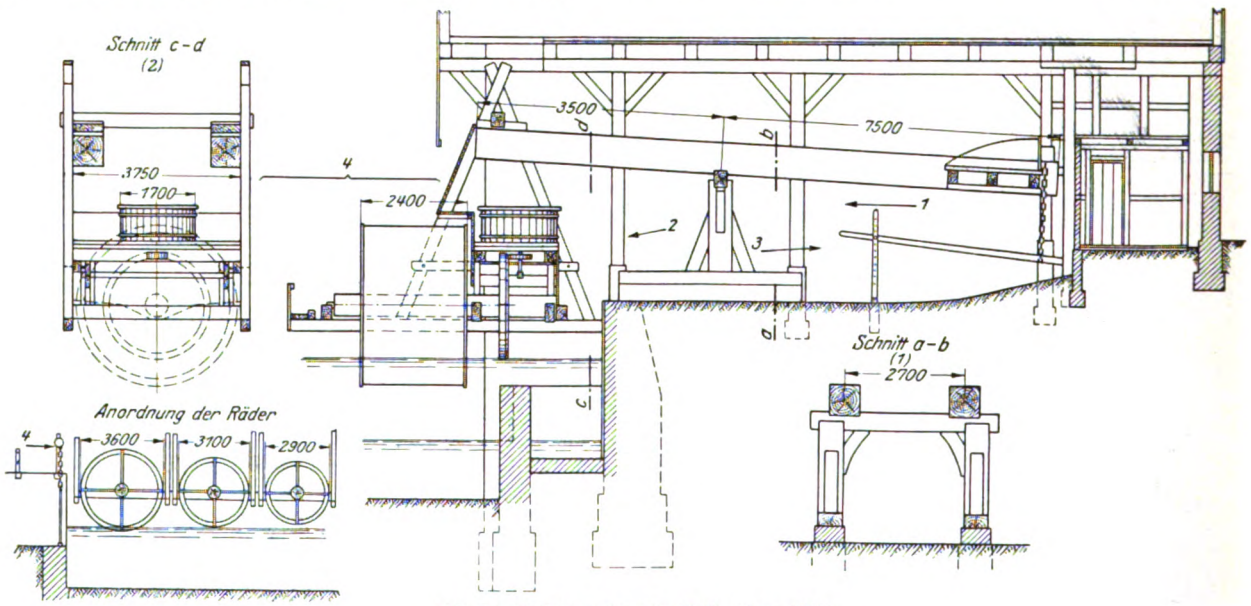


Abb. 70. Mühlenanlage in Keßler (um 1690)

Abb. 71. Stockumer Mühle (1858)

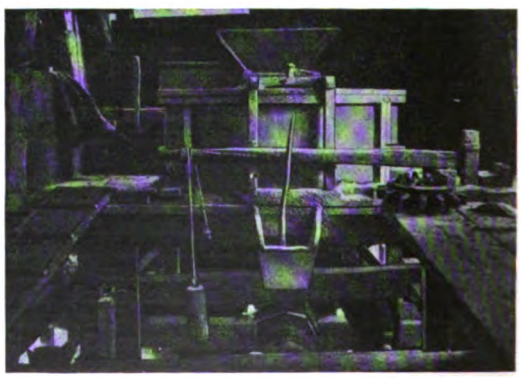


Abb. 72. Stockumer Mühle (1858)

Digitized by Google

Wir haben in dem Antrieb der Mühle eine Bauart vor uns, die sich seit mehr als 225 Jahren bewährt hat und noch heute den Wettbewerb mit neuartigen Wasserkraftmaschinen erfolgreich aushält. Es mutet eigenartig an, hier neben der fast mittelalterlichen Mühleneinrichtung die modernsten Müllereimaschinen im Betrieb zu finden. Eine Nachbildung dieser Mühle befindet sich seit einigen Jahren im Deutschen Museum in München.

Verfaßt von Dipl.-Ing. *Bethge*, Friedrichshafen a. B., der auch die Unterlagen für die Abbildungen zur Verfügung stellte.

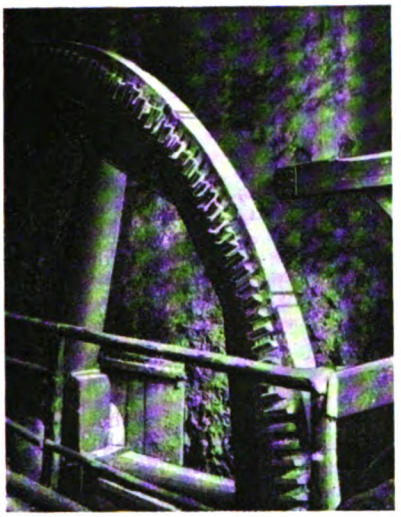


Abb. 73. Antriebskegelrad der Schloßmühle in Meersburg a. B. (um 1690)

Abb. 74. Wasserrad der Schloßmühle in Meersburg a. B. (um 1690)

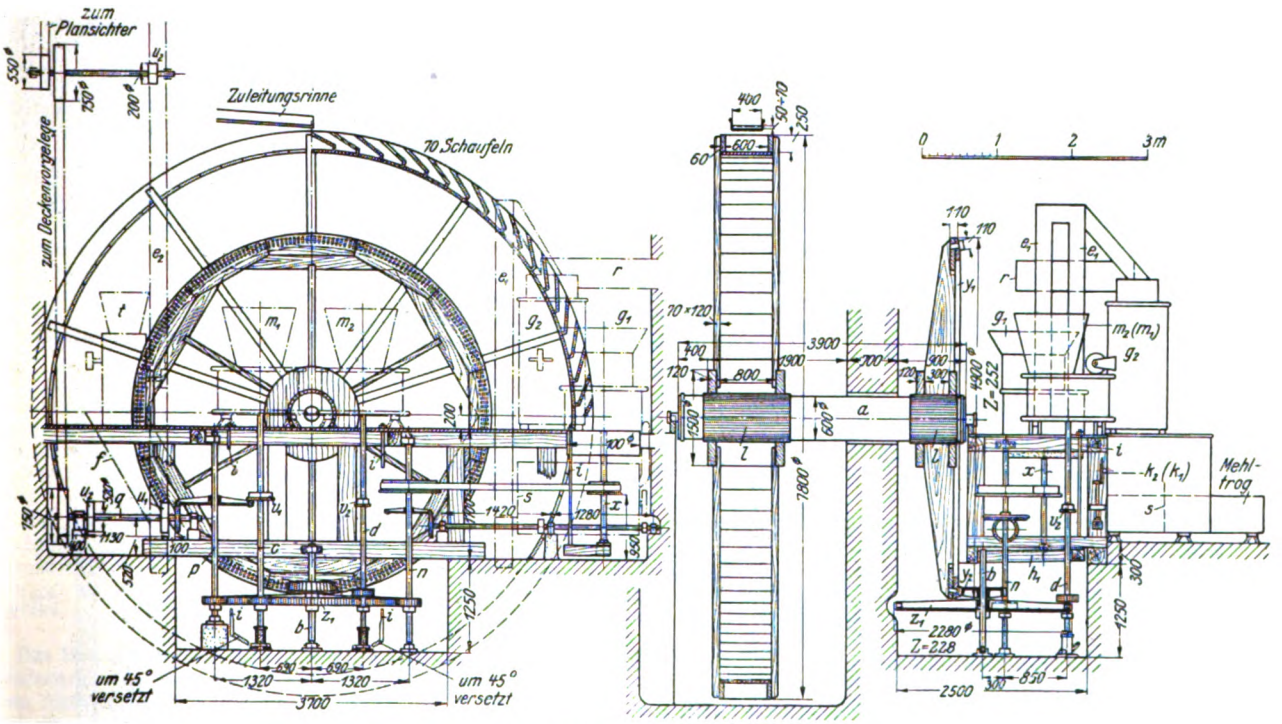


Abb. 75. Schloßmühle in Meersburg a. B. (um 1690)

a = Wagrechte Hauptwelle. b = Senkrechte Hauptwelle. c = Senkrechte Antriebswelle von Mahlgang m_1. d = Senkrechte Antriebswelle von Mahlgang m_2. e_1 = Elevator zur Gerbmaschine g_2. e_2 = Elevator vom Walzenstuhl zum Plansichter. f = Einfülltrichter am Elevator e_2 g_1 = Gerbgang (zum Entstauben und Entspeltern). g_2 = Gerbmaschine (zum Entstaubeu und Entspeltern). h_1 = Hebelbalken. h_2 = Arm am Hebelbalken h_1. i = Stellspindeln. k_1 = Mahlkasten zum Mahlgang m_1. k_2 = Mahlkasten zum Mahlgang m_2. l = Verkeilung der großen Holzräder auf der Welle a. m_1 = Mahlgang zum Feinmahlen. m_2 = Mahlgang für Futter. n = Senkrechte Seitenwelle zum Antrieb des Gerbganges g_1. o = Wagrechte Seitenwelle zum Antrieb der Gerbmaschine g_2. p = Senkrechte Seitenwelle zum Antrieb des Walzenstuhles t. q = Wagrechte Seitenwelle zum Antrieb des Walzenstuhles t. r = Rohr für Entspelterung. s = Staubkasten. t = Walzenstuhl zum Schroten von Grieß und Dunst. u_1 = Riemenscheibe zur Porzellanwalze (am Walzenstuhl t). u_2 = Riemenscheibe zu den Hartgußwalzen (am Walzenstuhl t). v_1 = Riemenscheibe zum Mahlkasten k_1. v_2 = Riemenscheibe zum Mahlkasten k_2. w_1 = Riemenscheibe zur Gerbmaschine g_2. w_2 = Riemenscheibe zum Staubkasten s. x = Senkrechte Gerbgangwelle. y_1 = Großes Antriebskegelrad. y_2 = Kleines angetriebenes Kegelrad. z_1 = Flugrad. Z = Zähnezahl.

Digitized by Google

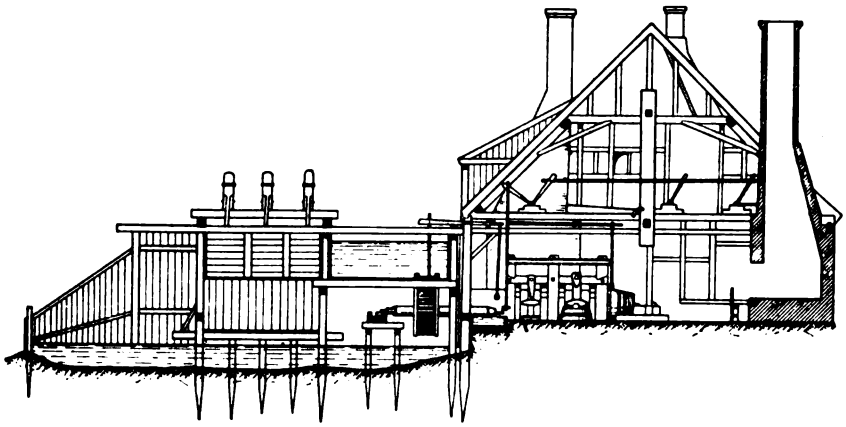


Abb. 76. Kupferhammer bei Eberswalde (um 1660)

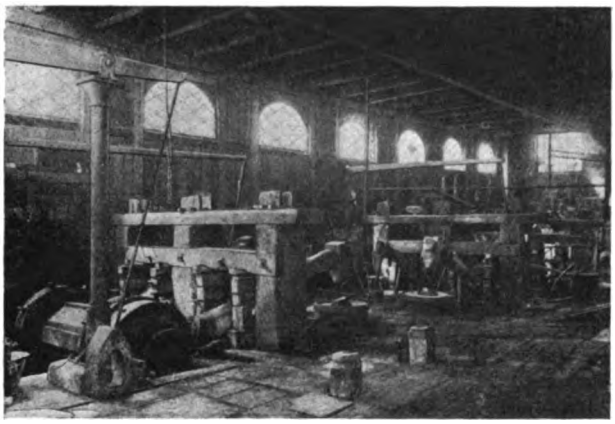


Abb. 77. Kupferhammer bei Eberswalde (um 1660)

Der Kupferhammer bei Eberswalde, Abb. 76 bis 78. Die Mark Brandenburg hat nie Kupferbergwerke besessen. Das hier verarbeitete Kupfer erhielt sie aus dem Mansfelder Kupferschieferbergbau an den südöstlichen Ausläufern des Harzes, das zu Ausgang des Mittelalters fast ganz Europa mit Kupfer versorgte. Auch heute noch gehört diese Montanindustrie zu den bedeutendsten des alten Kontinents. Die Verarbeitung von Kupfer in der Mark begann im Jahre 1532 mit der Errichtung von zwei Kupferhämmern zu Eberswalde. Bis 1571 brachten sie indes der Stadt „jährlich nicht mehr als 2 Schock Groschen Teichzins ein". Kurfürst *Joachim Friedrich* verlegte die Anlage in die jetzige Gegend des Kupferhammers, wo das Wasser der Finow als billige Betriebskraft benutzt werden konnte. Der Kupferhammer bei Eberswalde ist 1653 durch eine „unverhoffte Feuersbrunst von Grund auf vernichtet" worden. Die Wiederaufbauarbeiten zogen sich bis 1660 hin. 1719 übernahmen die Kaufleute *Splitgerber* und *Daun* den Kupferhammer und am 19. Juni 1786 begann auf dem Hammer wieder die Arbeit für Staatsrechnung. Im Jahre 1867 erwarb das Werk für 78 100 Tlr. die Mansfeldsche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft zu Eisleben. Von der Gesamtanlage stehen noch heute die sogenannte Hammerhütte und das Hüttenamtshaus und nahezu alle Beamten- und Arbeiterhäuser aus der alten Zeit in ziemlich unverändertem Zustand. Das Hammerwerk hat sechs Arbeitsstellen. Die Hammerwellen werden durch drei oberschlächtige Wasserräder angetrieben, von denen jedes zwei Hammer in Bewegung setzt. Vier Arbeitsstellen mit den dazugehörigen Ambossen, Glühöfen und Nebeneinrichtungen sind in betriebsfähigem Zustand erhalten und wurden auch noch bis vor ganz kurzer Zeit in der alten Weise in Gang gehalten. Vor wenigen Monaten ging die Anlage in den Besitz der Firma Motz, Eberswalde, über.

Nach Mitteilungen von Dipl.-Ing. *Florian*, Eberswalde und Dr.-Ing. *Lindner*, Berlin. Weitere Angaben sind enthalten in dem Aufsatz: *Rudolf Schmidt*-Eberswalde: Märkische Kupferhämmer. „Brandenburg", Zeitschrift für Heimatkunde und Heimatpflege, 4. Jahrgang. Eberswalde 1926, S. 65 bis 69.

Der alte Hammer zu Frohnau, Abb. 79. Im Erzgebirge bei Annaberg liegt an der Sehma eine Wassermühle, die seit etwa 1430 besteht. Um 1496 befand sich in der Mühle eine Münze, in der die sog. „Engelsgroschen" oder „Schreckenberger" geschlagen wurden. Später verlegte man diese Münze nach Annaberg, und die Mühle wurde als Ölmühle, Getreidemühle oder Schleiferei benutzt. Im Jahre 1621

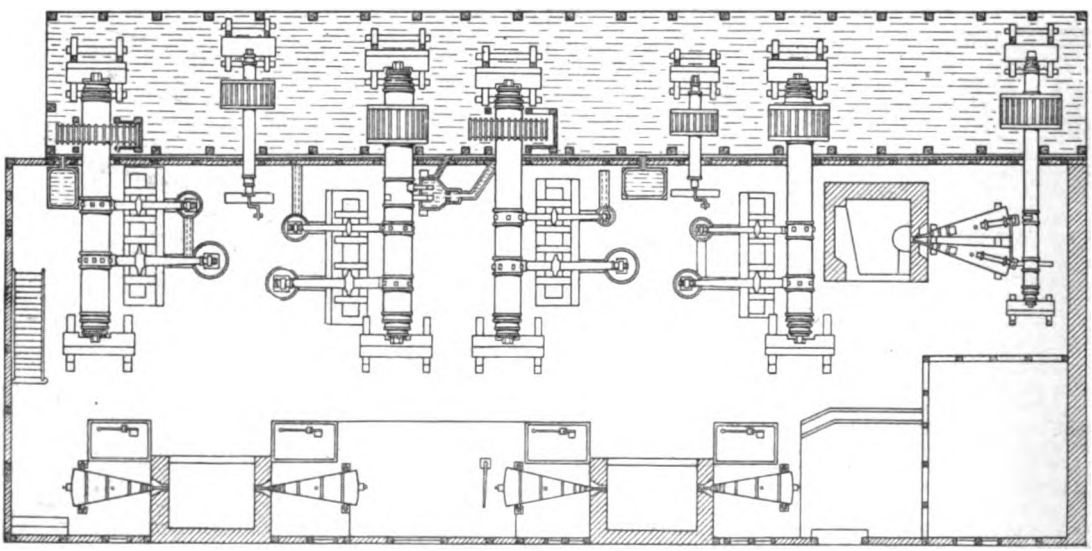


Abb. 78. Kupferhammer bei Eberswalde (um 1660)

Digitized by Google

wurde die Anlage zum Silberhammer umgebaut. Eine Kaufurkunde, durch die der Scherenschmied *Stephan Hager* später das Hammerwerk erwarb, nennt folgende Anlagen:

„1 Radt, sambt den Wellen wohl zugericht
3 Räder, so vor dessen zum Streckwergk gebraucht
1 Großer Schleifstein
3 Eiserne Hämmer bey der Wellen
3 Amboß
3 Hilßen, darinnen die Hammer gehen
4 Unterlegeißen, darinnen die Hilßen gehen."

Diese Einrichtung ist auch heute noch im wesentlichen vorhanden. 1632 ist der Kupferschmied *Jakob Kemnitzer* Besitzer des Werkes. Als es später noch als Kupfer-, Zain-, Zeug- und Sensenhammer betrieben worden war und allmählich immer mehr in Verfall geriet, kam es schließlich in den Besitz der Familie *Martin*, wo es in den Jahren 1766—1904 eine ruhige, aber stetig aufwärtsführende Entwicklung durchmachte. Neben Werkzeug und Geräten aller Art wurden auch handwerklich meisterhafte Feinschmiedereien angefertigt, wie Türverzierungen, Dachschmuck, Laternen und Leuchter; auch die Brückengeländer der alten Dresdener Augustusbrücke sind nicht die schlechteste Arbeit aus dem Frohnauer Hammerwerk. Der Hammerbund hat sich des alten Werkes angenommen und es sogar wieder in Betrieb gesetzt, um den Nachfahren die Handwerkstechnik vergangener Jahrhunderte anschaulich vor Augen zu führen.

Entnommen aus: *Günther, Guido Wolf:* „Der Frohnauer Hammer". VDI-Nachrichten, Jg. 1926, Nr. 31.

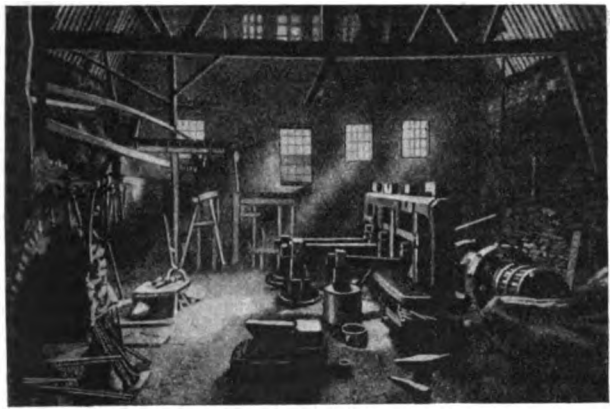


Abb. 79. Frohnauer Hammer (1621)

Das Hammerwerk Ernstthal, Abb. 80 u. 81, bei Oliva in der Freien Stadt Danzig, das schätzungsweise seit dem 17. Jahrhundert betrieben wird, liegt an einem kleinen in die Ostsee mündenden Flüßchen. Es sind vier einzelne aus Holz gebaute Wasserräder vorhanden, von denen zwei je einen Eisenhammer, Abb. 81, das dritte ein Gebläse und das letzte eine Blechschere antreiben. Auch die Blechschere besteht aus einer ganz einfachen Holzkonstruktion. Das Hammerwerk ist heute noch in Betrieb und stellt in der Hauptsache Pflugschare und andre einfache landwirtschaftliche Geräte her.

Nach Mitteilungen von Dr.-Ing. *Kurt Riedler,* Danzig-Langfuhr.

Das Heddernheimer Kupferwerk befindet sich auf dem Grundstück der sogenannten „Kaltmühle", die schon in einem Aktenstück aus dem Jahre 1670 genannt wird. Der Kupferhammer wird zum ersten Mal in einer Eintragung vom 30. März 1829 erwähnt. Die Besitzer waren damals *Konrad* und *Friedrich Heitefuß,* die bisher nur eine Papier- und Mahlmühle betrieben hatten. Es ist anzunehmen, daß ein Bruder dieser beiden, der in Goslar einen Kupferhammer betrieben hatte, den Heddernheimer Hammer wahrscheinlich im Jahre 1827 eingerichtet hat. Bei gutem Wasserstand lieferte der Urselbach auf kurze Zeit etwa 20 PS. Um auch bei schlechtem Wasserstand einen Arbeitsgang durchhalten zu können, legte man einen großen Sammelweiher an. Später wurde auch ein Walzwerk eingerichtet, das aber nur mit Hilfe eines sehr großen Schwungrades

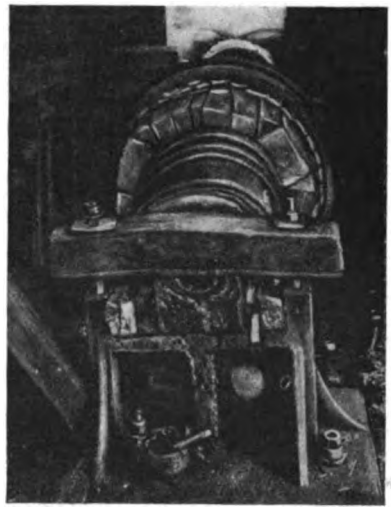


Abb. 80. Lagerung der Wasserradwelle des Hammerwerks Ernstthal b. Oliva (17. Jahrh.)

in Betrieb gehalten werden konnte. Jedoch mußte man nach jedem „Stich" solange aussetzen, bis das Schwungrad wieder eine genügend hohe Umdrehungszahl erreicht hatte. An einer Feuerbüchsmantelplatte mit einem Gewicht von etwa 500 kg walzte man damals sieben Stunden. Die Auswalzung eines so schweren Stückes war ein Ereignis, und die Walzmannschaft bekam Freibier. Im Jahre 1852 erwarben die Gebrüder *Hesse* die Kaltmühle. Die neuen Besitzer, die aus dem Sauerland stammten, hatten sich kundige Meister und Arbeiter mitgebracht, mit deren Hilfe sie das Werk ausbauten. Es wurde ein Kupferraffinierofen und ein Schlackenreduzierofen angelegt. Auch wurde damals zum Antrieb der Gebläse eine Dampfmaschine aufgestellt, die 10 PS leistete. Das Hammerwerk ist um 1880 verlegt worden. In den folgenden Jahren ist das Werk immer weiter ausgebaut worden. Besonders die Einführung des Kupferraffinierverfahrens, das die Erzeugung von Kupfer mit einem Reingehalt von 99,9 vH ermöglichte, und die Entwicklung der Elektrotechnik haben einen schnellen Aufschwung des Werkes herbeigeführt. Der alte Hammer, Abb. 82, ist noch heute in Betrieb.

Nach Mitteilungen der Heddernheimer Kupferwerke und Süddeutschen Kabelwerke G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Heddernheim.

Hammerwerk Freibergsdorf bei Freiberg. Auf dem ehemaligen Rittergut Freibergsdorf, das dem Hospital St. Johannis gehört, befindet sich ein kleines Hammerwerk. Die Betriebskraft liefert der Freibergsdorfer Bach, dessen Wasser man in dem Hammerteich aufgestaut hat. Es sind zwei Wasserräder von 3½ m Höhe vorhanden, von denen das eine die Welle für ursprünglich drei Schwanzhämmer treibt; es ist jedoch nur noch einer dieser Hämmer vorhanden. Das schmälere Wasserrad trieb ursprünglich

Abb. 81. Hammerwerk Ernstthal b. Oliva (17. Jahrhundert)

Digitized by Google

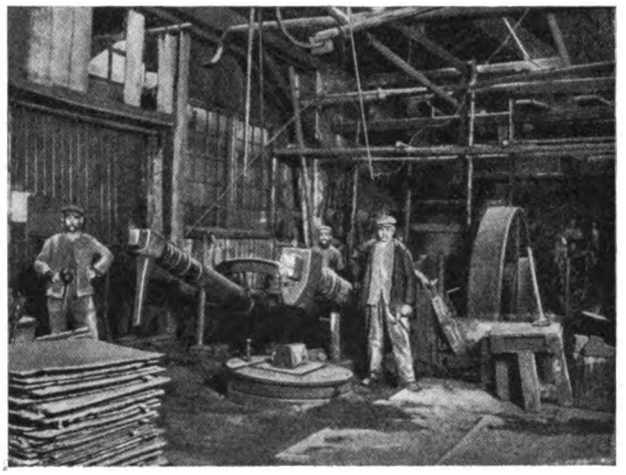


Abb. 82. Hammerwerk Heddernheim (1829)

die beiden Blasebälge an, die nur aus Holz bestehen; Leder ist nicht verwendet. Wesentliche Teile der Anlage sind erneuert, im ganzen ist aber die alte Eigenart gewahrt. Bis etwa zum Jahre 1897 wurden die schweren Schmiedestücke für die Freiberger Gruben hier gefertigt, z. B. Pochschuhe. Dann richteten die Gruben selbst Werkstätten ein. Seit etwa 25 Jahren ist der Hammer an den Kupferschmied *Löffler* verpachtet, der aus Kupferrohblöcken fast ausschließlich Lötkolben und Kupferhämmer herstellt und die gleichmäßige Schlagkraft des Hammers rühmt. Über das Alter der Anlage konnte Genaues nicht festgestellt werden.

Nach Mitteilungen von Geh. Bergrat Prof. Dr.-Ing. E. h. *E. Treptow*, Freiberg i. S. — s. a. Mitteilungen des Freiberger Altertumsvereins, Heft 48, Jahrgang 1912, S. 73.

Schleifkotten im Wupper- und Ittertal. Die Solinger Schneidwarenindustrie läßt sich über 1000 Jahre zurückverfolgen. Ursprünglich wurden in Solingen fast nur Schwerter und Degen gefertigt. Erst im Mittelalter wurden auch Messer hergestellt. Jetzt waren die technischen Hilfsmittel so weit ausgebildet, daß man darangehen konnte, die Wasserkräfte der Wupper, die in etwa einer Wegstunde halbkreisförmig mit starkem Gefälle Solingen umfließt, für Schleifzwecke auszunutzen. Die erhebliche Entfernung dieser sogenannten Kotten an der Wupper von den bisherigen Werkstätten mußte in Kauf genommen werden. Aber durch diesen scheinbaren Nachteil war eine durchgreifende Arbeitsteilung notwendig, die schließlich zu ganz außerordentlicher technischer Überlegenheit des Solinger Klingenhandwerks gegenüber dem andrer Städte, z. B. Passau, geführt hat. Dazu kam die günstige wirtschaftliche Entwicklung, die in erster Linie auf die infolge der geringen und gleichbleibenden Abgaben leichte Zugänglichkeit zu Grund und Boden und zu den Wasserkräften zurückzuführen ist.

Ursprünglich bedeutete Kotten eine Hütte, die ein kleiner Bauer oder Köter sein eigen nannte. Im Bergischen erfuhr der Sinn dieses Wortes allmählich dahin eine Einschränkung, daß nur solche Behausungen als Kotten bezeichnet wurden, die zugleich als Werkstatt dienten, bis man schließlich unter Kotten nur noch die Schleifwerkstätten verstand. Ein geschichtlicher Überblick und alte Überreste lassen erkennen, daß das gesamte im Flußlauf zur Verfügung stehende Gefälle in etwa 24 solcher Kotten ausgenutzt wurde.

Im folgenden sollen einzelne, technisch-geschichtlich bemerkenswerte Kotten kurz erwähnt werden. Der Hohlenpuler Kotten besteht bereits seit dem 14. Jahrhundert. Der Obenfriedrichstaler Kotten wurde wahrscheinlich schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts errichtet. Es lohnt sich hier, einen Blick in den Hauptantriebsraum zu werfen, Abb. 83. Durch den Ausschnitt in der Kottenwand sind Speichen des etwa 4 bis 5 m im Durchmesser betragenden Wasserrades zu sehen, das auf einer achteckigen Eichbaumwelle sitzt. Diese trägt ein großes Kegelrad, in das wieder zwei kleine Kegelräder eingreifen. Eine wichtige Rolle spielt noch der in der Öffnung sichtbare eiserne große Korb, der im Winter dazu dient, das Rad vom Eis freizuhalten; er wird mitten in die Wandöffnung gehängt und mit Koks beheizt. Der Obenrüdener Kotten, ein Ziegelbau, heißt im Volksmund auch heute noch vielfach die „Blaumühle", weil dort in früheren Jahrhunderten vor dem Bekanntwerden des Indigo aus der Waidpflanze blauer Farbstoff hergestellt wurde. Ein Eckstein des ältesten Teiles der Anlage weist die Jahreszahl 1739 auf. Es folgen der Heiler Kotten, der bereits 1605 erwähnt wird, und der Bielsteiner Kotten, der als erster in der ganzen Gegend erbaut worden sein soll.

Eine auch heute noch bedeutende Doppelkottenanlage ist der Balkhauser Kotten, Abb. 84, der schon 1683 zum ersten Male erwähnt wird. Da diese Anlage in ihrer Gesamtheit ein bezeichnendes Beispiel darstellt und zur Erhaltung als technisches Kulturdenkmal besonders geeignet erscheint, soll hierüber im folgenden näher berichtet und vor allem auch die alte Arbeitsweise beschrieben werden.

Wie lange sich die heutigen Balkhauser Kotten schon im Betrieb befinden, ist nicht bekannt. Es läßt sich jedoch

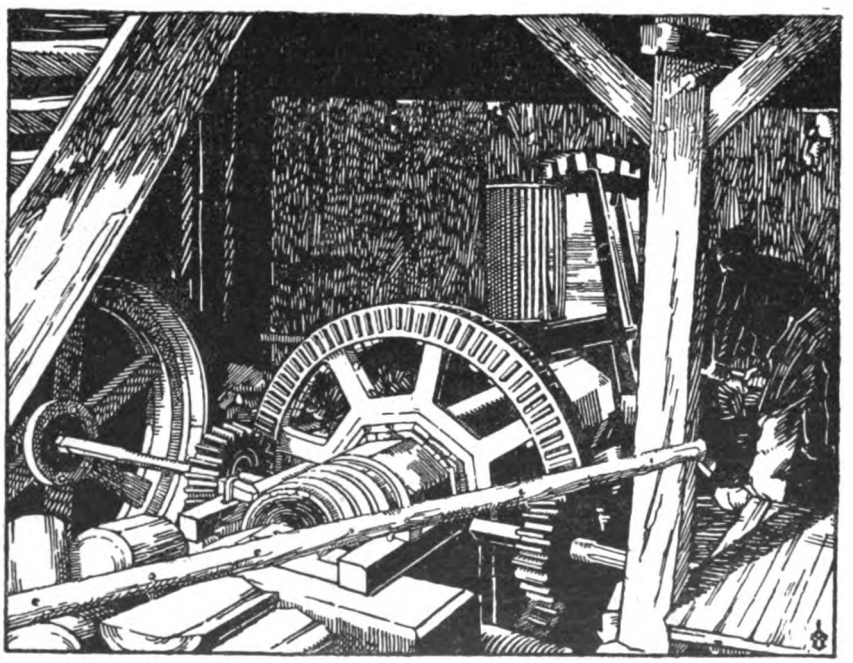


Abb. 83. Blick in den Hauptantriebsraum des Obenfriedrichstaler Schleifkotten (17. Jahrhundert)

Digitized by Google

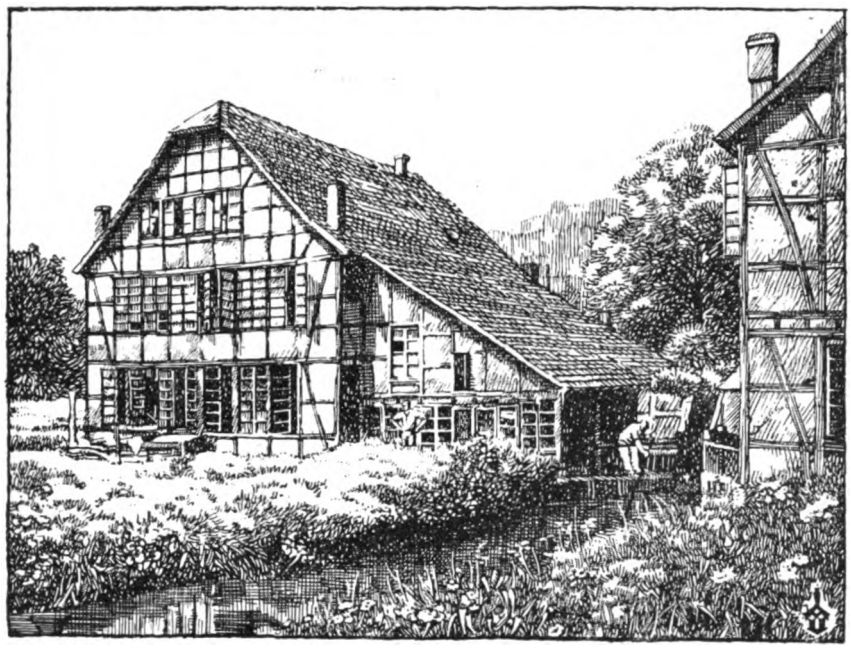


Abb. 84. Der älteste Teil des Balkhauser Schleifkotten (um 1683)

leicht erkennen, daß man es bei dem nächst dem Wasserrad befindlichen Teil des Innenkottens mit dem ältesten Teil der Anlage zu tun hat. Das tief heruntergezogene Dach des neueren Hauptgebäudes bedeckt zugleich diesen ursprünglichen alten Kotten mit. Das ist aber erst seit einigen Jahren der Fall. Dieser niedrige Kottenteil ist aus Eichenpfosten und Riegeln errichtet, die Felder sind ausgestakt und mit Lehm verputzt. Bei der Anordnung der Pfosten ist auf das Einbringen der großen Schleifsteine, Abb. 85, Rücksicht genommen. Zu diesem Zweck müssen die Schleifer bei jedem „Hängen" eines Steines den in Betracht kommenden Teil der Kottenwand herausnehmen und nachher wieder einfügen. Ist der Stein erst auf der vielfach noch vierkantigen Achse mit Holzkeilen kunstgerecht festgemacht, so beginnt das Abdrehen mittels einer starken Stahlstange. Der Grundriß, Abb. 86, zeigt, wie verschieden die Anordnungen in den nebeneinanderliegenden Kotten getroffen sind. Während bei dem Innenkotten die Hauptübersetzung durch Kegelräder geschieht, wie diese in den ältern Kotten meist anzutreffen sind, finden wir beim Außenkotten bei dem großen Rad auf der Wasserradwelle Innenverzahnung, in das ein Ritzel eingreift, und so die Umdrehungszahl vergrößert weitergegeben wird.

Außerordentlich verschieden sind auch die Antriebe auf die Schleif- und Pließtachsen weitergegeben, wie aus der Zeichnung klar ersichtlich ist. In den unteren Räumen sind, wie dies allgemein üblich ist, die schweren Steine untergebracht und nur ein Teil der Arbeitsplätze als Pließtstellen eingerichtet. In den ersten Stockwerken und beim Innenkotten, auch noch in den Speicherräumen finden wir dagegen lediglich Pließtstellen. Unter Pließten versteht man das Feinschleifen auf einer schnell umlaufenden, mit Leder überzogenen Holzscheibe unter Verwendung eines Gemisches von mehr oder weniger fein gekörntem Schmirgel und Öl. Insgesamt arbeiten in beiden Kotten zur Zeit etwa 56 Schleifer, und zwar an den verschiedensten Solinger Erzeugnissen. Sehr zweckentsprechend ist die Wasserzuführung: die Tropfen des Wasserrades werden aufgefangen und in offenen Holzrinnen bis in die Nähe der Schleifsteine geleitet. Hier dient das Wasser nicht nur zum Naßschleifen, sondern auch zum dauernden Feuchthalten der Holzkeile, mit denen die Steine hier wie auch sonst noch vielfach auf der Achse gehalten werden. Besonders eigenartig ist die Befestigung des „Wittstohls", des vom Schleifer benutzten stuhlartigen Gestells an der Decke. In dem Maße, wie der Stein sich abnutzt, wird das beim Schleifen als Rücklehne benutzte Gestell an den Stein herangeschoben. Soll ein neuer Stein mit großem Durchmesser eingebaut werden, der mit einer geringeren Anzahl von Umdrehungen als ein abgenutzter kleiner Stein laufen muß, so werden zwei Ringteile als Holz auf die Antriebsscheibe geschraubt. Weiter wupperaufwärts finden sich dann noch mehrere solcher Kotten, die alle ungefähr dieselbe Einrichtung aufweisen. An der Burg treibt die Wupper heute noch eine seit 1852 bestehende Papierfabrik an.

Auch im Ittertal sind noch ganz ähnliche Anlagen vorhanden. Hier ist der Natur- und Heimatpflegeverein „Ittertal" bemüht, die älteste dieser Anlagen, den Schäferskotten, als Heimatmuseum einzurichten. In den unteren Räumen soll eine Schleiferei und Handschmiede eingerichtet und im obern Stockwerk die Entwicklung der Schleiferkunst gezeigt werden. Außerdem sollen die Bildnisse der Männer, deren Namen eng mit der Rasiermesserherstellung verbunden sind, Aufnahme finden.

Entnommen aus: *Hendrichs, Franz:* Die Schleifkotten an der Wupper. Aus der Geschichte der Solinger Industrie. Hrsg. Verein für Technik und Industrie, Solingen. Köln 1922. — Über das Heimatmuseum im Ittertal hat uns Hauptlehrer *H. Pohl*, Wald-Rhld. berichtet.

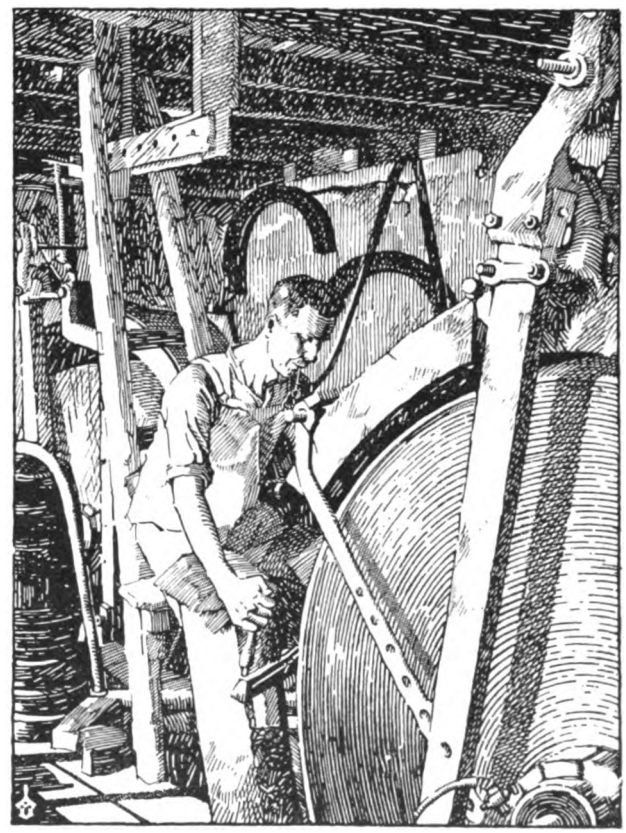


Abb. 85. Schleifstein im Balkhauser Kotten (um 1683)

Digitized by Google

Die alten Feilenhauwerkstätten in Remscheid, dem Hauptsitz der deutschen Werkzeug- und Kleineisenindustrie, standen früher unter den gewerblichen Betrieben mit an erster Stelle. Auch heute noch nimmt hier dieser Industriezweig innerhalb der gesamten Wirtschaft einen hervorragenden Platz ein. Von allen hausindustriellen Betrieben hat sich die Feilenfabrikation, insbesondere die Handfeilenhauerei, in der bergischen Kleineisenindustrie am längsten erhalten. Die Ursache ist in dem verhältnismäßig späten Auftreten und Einführen wirklich brauchbarer Feilenhaumaschinen zu suchen.

Die Herstellung der Feile geschah früher in drei voneinander unabhängigen Betrieben, nämlich der Schmiede, Abb. 88, der Schleiferei und der Feilenhauerei. Fabrikmäßig organisierte der Fabrikant *Reinhard Mannesmann* in Remscheid in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts zum ersten Mal die Feilenfabrikation. Das Bild dieses Mannes ist im Deutschen Museum in München ausgestellt. Nur langsam folgten andere, und heute noch gibt es Feilenfabriken, die, obgleich sie neuartig eingerichtet sind, doch noch einen Teil ihrer Feilen zum Behauen an den zu Hause selbständig arbeitenden Feilenhauer abgeben. Feilenhauer arbeiten vielfach nicht nur für einen, sondern für mehrere Betriebe in festem Stücklohn.

Die Handfeilenhauerei ist ein besonderer Beruf. Die Feilenhaustuben gaben früher einer ganzen Reihe Remscheider Höfe ein besonderes Gepräge. Die Werkstätten waren entweder im Kellergeschoß des an den Berghang angebauten Wohnhauses oder in kleinen Anbauten untergebracht. Vereinzelt hatte man auch besondere Häuslein für solche Haustuben erbaut, Abb. 87.

Im folgenden sollen die Werkzeuge und Vorrichtungen, die dies alte Handwerk benutzt, kurz gekennzeichnet werden. Der sogenannte „Haustock" besteht aus einem Eichenstamm, der in den nicht gedielten Fußboden der Haustube in den gewachsenen Erdboden derart eingelassen ist, daß er etwa einen Meter herausragt. Auf dem Stamm befindet sich der eigentliche Amboß, ein rechteckiger Eisenblock von etwa 25 cm Höhe und je nach der Größe der zu bearbeitenden Feile bis zu 50 cm Länge und 20 bis 30 cm Breite. Zur Bearbeitung dreieckiger oder runder Feilen ist im Amboß ein Einschnitt vorhanden, der durch einen Bleiblock ausgefüllt ist und in dem sich je nach der Form der zu behauenden Feile eine Rille befindet. Beim Behauen wird die Feile durch einen Riemen festgehalten. Eigenartig sind die Hämmer gestaltet. Der sichelförmige Stiel ist sehr kurz und krumm. Diese Form mußte gewählt werden, weil der Hauer im eigentlichen Sinne nicht auf die Feile schlägt, sondern mit Nachdruck den Hammer auf die Feile herunterfallen läßt. Ein gerader Stiel würde nicht geeignet sein. Die Meißeln bestehen aus bestem Stahl und sind vielfach von den Hauern selbst geschmiedet. Ihre Schnittfläche entspricht ungefähr der Breite der zu bearbeitenden Feile. Der Schraubstock mit Klemme und dem sogenannten Scheuerholz dient dazu, die in der Naßschleiferei blank und gleichmäßig geschliffene Feile noch einmal

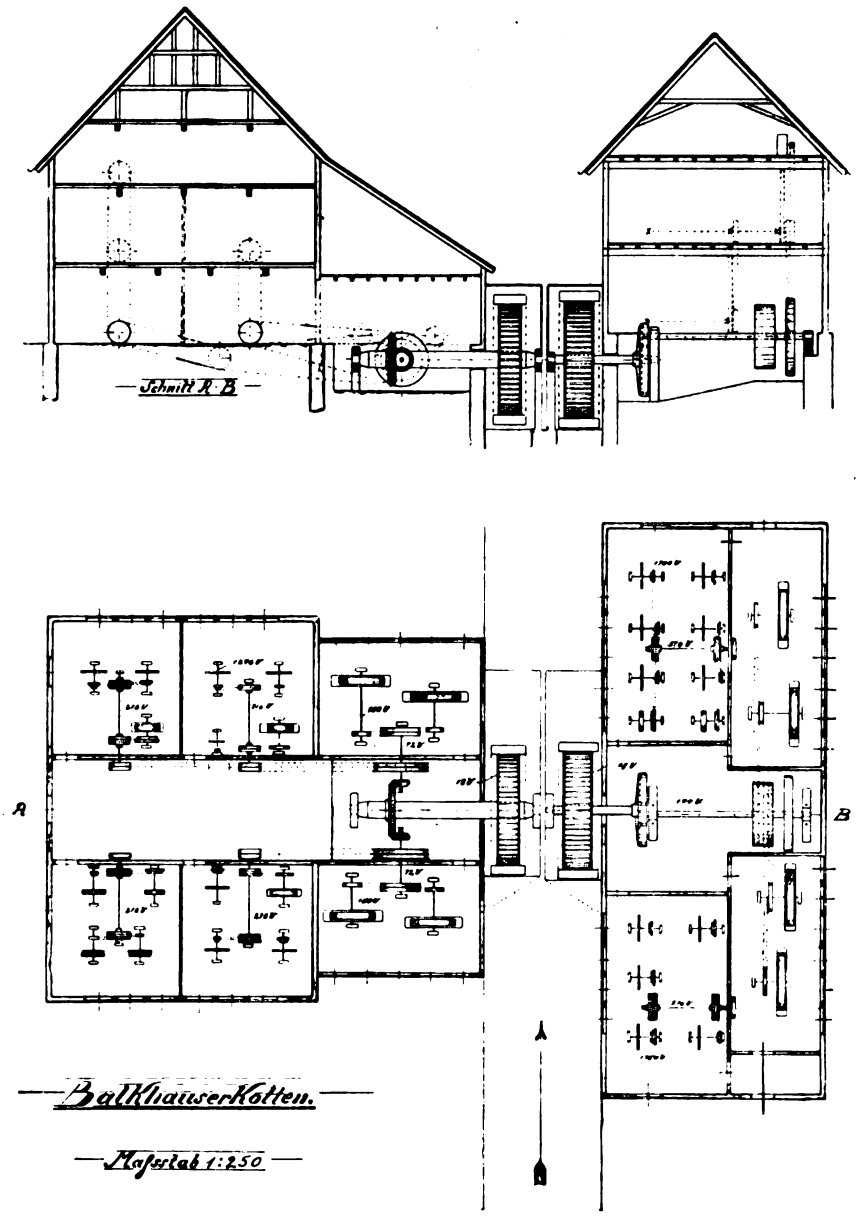


Abb. 86. Balkhauser Kotten (um 1683)

Digitized by Google

Abb. 87. Remscheider Feilenhaustube

zu überfeilen, so daß alle Unebenheiten verschwinden und die Feile tatsächlich blank wird. Zum Ausglühen der Feilen wurde früher ein kleiner Ofen benutzt. Auch ein Schleifstein ist vorhanden. Daneben braucht der Schleifer Öltröpfchen zum Bestreichen der Feile mit Öl, um ein leichteres und sicheres Behauen zu ermöglichen, Lederfrunk und Hasenpfote zum Reinigen der gehauenen Feile, Bleigußformen und Bleilöffel zum Gießen der Formen für den Amboß usw., Abb. 89.

Der Meißel wird in die unbehauene Feile eingetrieben, und zwar je nach Art der Feile leicht oder tief. Durch den Einschlag entsteht ein Grat auf der Feile. Der Hauer setzt nun den Meißel vor den Grat, schlägt, und der nächste Schnitt sitzt genau neben dem ersten, und so fort. Das Feilenhauen setzt eine gewisse Geschicklichkeit voraus, die in 3- bis 4jähriger Lehre angeeignet wurde. Früher war der Feilenhauer ein selbständiger Handwerker, der eigene Knechte und Lehrlinge beschäftigte; die Aufträge erhielt er meistens von dem Feilenschmied. Zuerst mußte die Feile ausgeglüht werden. Das dann erforderliche Schleifen besorgte der ebenfalls gänzlich selbständige Feilenschleifer. In gehauenem, aber noch nicht gehärtetem Zustande wurde die Feile wieder an den Feilenschmied abgeliefert, der dann die weitere Verarbeitung, insbesondere die wichtige Härtung, nach vielfach geheim gehaltenem Verfahren vornahm.

Die Feilenfabrikation ist ein sehr alter Industriezweig Remscheids. Im Jahre 1848 schlossen sich die selbständigen Feilenhauermeister zu einer Innung zusammen. Durch diese Innung kam es im Jahre 1869 zu der ersten Lohnbewegung unter genossenschaftlicher Leitung mit dem Erfolg, daß an Stelle der bisher gültigen „Stüber" die Groschenberechnung eingeführt wurde. Die weiteren Lohnbewegungen mit Streiks traten in den Jahren 1872 und 1873 ein. Wenn ihnen auch hier kleinere Erfolge beschieden waren, so änderten sich die Arbeitsbedingungen und die Stellung der Feilenhauermeister recht bald wesentlich. Die eigentlichen Feilenfabrikanten erstarkten und schritten zur Einführung von Feilenhaumaschinen. Die Meister wurden mehr und mehr abhängig, und als gar die große Geschäftsstockung bis in die 80er Jahre eintrat, mußte sich die Innung auflösen. An ihre Stelle trat ein Feilenhauerverein, dem nunmehr selbständige und unselbständige Hauer angehörten. Die Vervollkommnung der Haumaschinen, von denen in Remscheid allein vier verschiedene Systeme erfunden wurden, verdrängte die Handarbeit fast vollständig, so daß die Anzahl der Handhauer heute bestenfalls noch 60 beträgt, während man noch im Jahre 1899 in Remscheid und der weiteren Umgebung 1600 zählte. Lehrlinge sind nicht mehr vorhanden. Der Beruf wird aussterben. Nur noch wenige Jahre wird es dauern, dann wird ein hausindustrielles Gewerbe verschwunden sein, das ehemals nach der Kopfzahl hier am stärksten war und vielen Teilen Remscheids und des bergischen Landes sowie deren Bewohnern eine besondere Eigenart verlieh.

Verfaßt von *P. B. Bieler*, Remscheid.

Abb. 88. Remscheider Feilenhauschmiede

Abb. 89. Feilenhauer bei der Arbeit

Die Gießhalle der Saynerhütte, Abb. 90 u. 91. Ungefähr 100 m entfernt von dem alten römischen Grenzgraben am Fuße der Saynerburg im Sayntal bei Koblenz liegt die Saynerhütte, die 1769 bis 1770 von dem Trierer Kurfürsten *Clemens Wenzelslaus* „aus eigenem Schatz zum Besten der Untertanen" erbaut wurde. Einst saßen hier die Kelten. Wahrscheinlich stammt von ihnen die früheste Anlage der Erzschmelze im Sayntal. Später kam die Hütte in den Besitz des Preußischen Staates. Gelegentlich der Erweiterungsbauten der Hochofenanlage wurde 1824 bis 1828 die große Gießhalle nach den Plänen und unter der Leitung von *Karl Ludwig Althaus* gebaut. Damals war Flußeisen noch unbekannt, so daß man mit Rücksicht auf die Feuergefährlichkeit des Betriebes an Stelle des sonst üblichen hölzernen Dachfachwerkes Gußeisenwerk verwandte. Die Halle ist ein technisches Kunstwerk, das vor allem auch deswegen bewundernswert ist, weil jegliche Erfahrung in bezug auf die rechnerische und gießtechnische Durchführung damals fehlte. Die gotische Stilform wurde als Vorbild gewählt, weil man glaubte, so mit einem möglichst geringen Aufwand an Baustoff auszukommen. Auch der Grundriß entspricht dem der gotischen Kirchen. Das Mittelschiff, das von 18 gußeisernen hohen Säulen begrenzt wird, ist 7,2 m und die beiden anschließenden Seitenschiffe sind je 6,3 m breit. Ein gußeiserner Korbbogen überspannt als Binder die insgesamt 19,8 m breite Halle. Der früher vorhandene Handlaufkran, dessen Bahn an den Bindern angehängt war, ist später durch eine Kranbahn längs der Säulenreihe ersetzt worden. An jeder

Digitized by Google

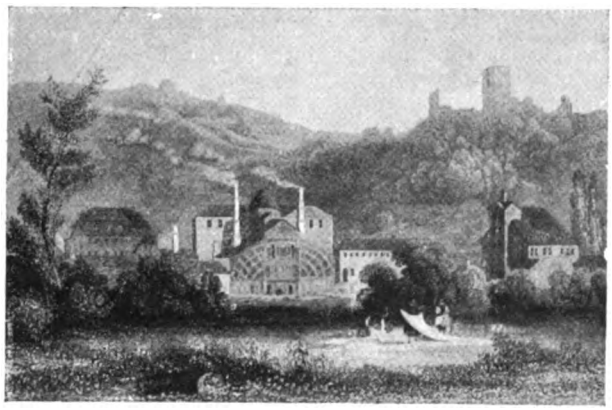


Abb. 90. Die Saynerhütte (1769–1770) nach einem alten Stich

zweiten Säule sind drehbare Konsolkrane befestigt, die bereits in Kugellagern laufen. Sie sollen ebenfalls nach Entwürfen von *Althaus* gebaut worden sein. Das Eisenfachwerk wurde auf der Saynerhütte selbst gegossen. Ein Binder, der im Kastenguß hergestellt wurde, besteht aus fünf Einzelteilen, die bis zu 5 m lang sind und eine Fläche von 2 bis 5 m² bedecken. Die 6,5 m hohen Säulen wurden stehend mit Kern gegossen; sie haben unten einen Durchmesser von 800 mm und oben von 600 mm. Die Wandstärke beträgt 18 mm. An der Bergseite der Halle ist noch ein alter Hochofen mit einer gemauerten Gichtbrücke und einem Pocherwerk zur Zerkleinerung der Kalksteine vorhanden. Besonders berühmt wurde die Saynerhütte durch den Eisenkunstguß. Durch eine Verfügung des Königs *Friedrich Wilhelm III.* wurden drei Musterhütten, Berlin, Gleiwitz und Sayn, gebildet. In Sayn wurden Kunstgegenstände gegossen, wie Urnen, Leuchter, Kruzifixe, Visitenkarten, Büsten und dergleichen. Am 19. Dezember 1926 ist zum letztenmal auf der Hütte gegossen worden. Auf Veranlassung des Mittelrheinischen Bezirksvereins deutscher Ingenieure hat die Krupp A.-G. beim Verkauf des Werkes an die Gemeinde Sayn dieser die Verpflichtung auferlegt, die Gießhalle zu erhalten.

Entnommen aus: *Knaff, Albert,* Die Saynerhütte und ihre Gießhalle. Kruppsche Monatshefte. 3. Jahrg. Essen 1922. S. 179 bis 184; und *Helmrath,* Dipl.-Ing. *E.,* Die Saynerhütte. Heimatblatt und Geschichtschronik für die ehemals Wiedschen und Nassauischen Lande usw. Beilage zur Neuwieder Zeitung. 6. Jahrg. 1927. S. 51 bis 54. — Sehr umfangreiche alte Akten und vor allem eine im Jahre 1815 von Kommerzienrat *Lossen* verfaßte „Geschichte der Saynerhütte", die später von Hüttenbeamten bis zum Jahre 1844 weitergeführt wurde, geben ein Bild über die technische und wirtschaftliche Lage dieses alten Hüttenwerkes in der Frühzeit deutscher Technik. — Bei der Beschaffung der Unterlagen haben Dipl.-Ing. *Baumgarten* und Oberbaurat *Rudolf Seifert* mitgearbeitet.

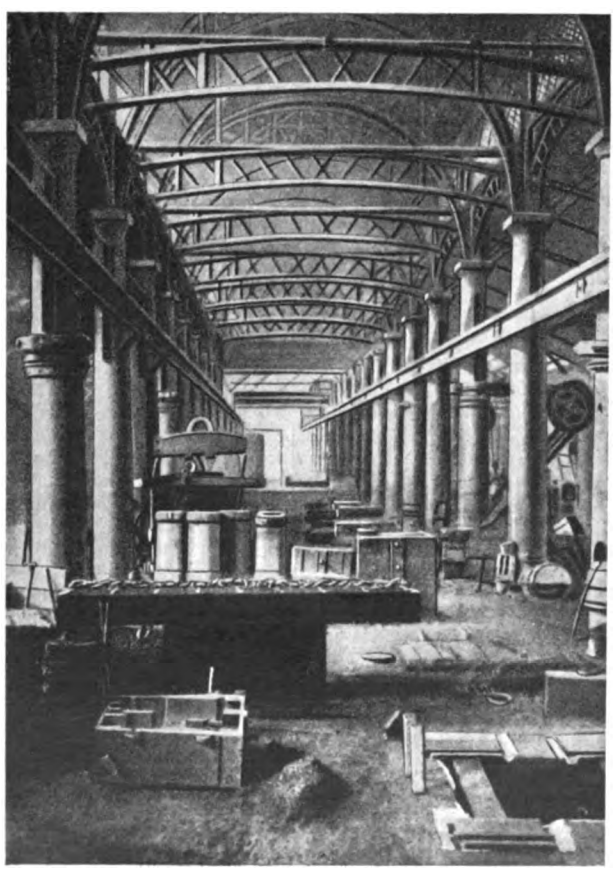


Abb. 91. Blick in die alte Gießhalle der Saynerhütte (1824–1828)

Alte Weinpressen. Diese mächtigen Hebelpressen, auch Torkel genannt, mit denen seit Jahrtausenden Ölfrüchte und Weintrauben ausgequetscht werden, geben uns einen Einblick, wie früher mit verhältnismäßig einfachen Hilfsmitteln solche Riesenpressen gebaut wurden. Noch heute sind einige von diesen oft über dreihundertjährigen Veteranen des Maschinenbaus, deren Bauart schon vor dreitausend Jahren bekannt war, in Betrieb, Abb. 92. Obschon das Altertum und Mittelalter verhältnismäßig wenig Maschinen aufweisen, sieht man gerade hier die Elemente des Maschinenbaus in sinnreicher Weise verwertet: die Schraubenspindel und das archimedische Hebelprinzip. Wir sehen eine riesige, aus eichenen Balken erbaute Hebelpresse, wie sie schon vor zwei Jahrtausenden in Griechenland und Italien gearbeitet hat. Die Presse in Schloß Salem ist etwa 5 m hoch und 10 m breit; der Preßhebel, der mit Hilfe der großen, aus Nußbaum oder Ahornholz handgefertigten Stellspindel mit einem etwa 3000 kg schweren Steingewicht belastet wird, ist ungefähr 20 m lang. Die Schraube wird mit Querbäumen, an denen eine Anzahl Männer angreifen, gedreht. Es ist erwähnenswert, daß dieser Torkel 1923 die ganze Arbeit bewältigte, als die hydraulischen Pressen versagt haben. Die Tatsache, daß eine solche Maschine in 24stündiger Arbeitszeit die Preßarbeit leistet, um 4000 bis 6000 Liter Wein herzustellen, beleuchtet noch weiter die Bedeutung dieser Maschine für den Weinbau. Im Volk nennt man diese großen Pressen heute noch Torkel, und im Überlinger Museum, wo ein gutes Modell eines solchen Torkels steht, erklärt der Führer den Namen recht volkstümlich aus der Tatsache, daß man bald „torkele", wenn man von dem Saft, der der Weinpresse entquillt, etwas viel trinke. Sprachtechnisch ist das Wort wohl als eine Verdeutschung des lateinischen „Torquere", drehen, drücken, anzusprechen. In Hagenau, Kirchberg, Meersburg und Bermatingen sind noch weitere alte Torkel, deren Bauart sich im allgemeinen aber kaum von dem Salemer Schloß-Torkel unterscheidet, vorhanden.

Entnommen aus *Hirsch, Fritz:* Der Salemer Torkel. Karlsruhe 1924. — *Bethge, Carl:* Aus der Zeit der alten Weinpressen. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. 14. Band, Berlin 1924. S. 210. — *Matschoß, C.:* Veteranen des Maschinenbaues. VDI-Nachrichten Nr. 46, Berlin 1922, S. 510.

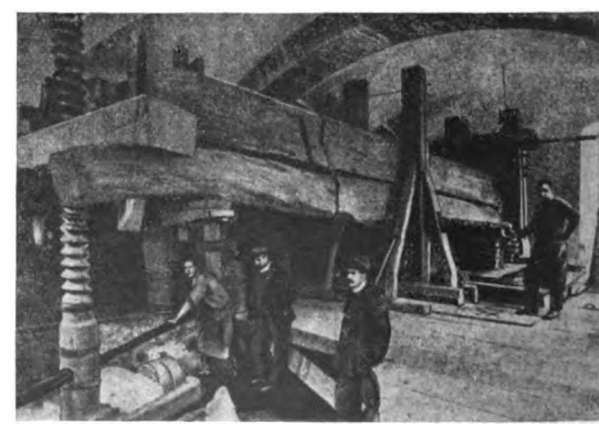


Abb. 92. Weinpresse (Torkel) in Schloß Salem a. B. (16. Jahrhundert)

Digitized by Google

R U N D S C H A U

Die technischen Museen 1927. Die glanzvolle Entwicklung des Deutschen Museums in München hat allenthalben dem Gedanken der technischen Museen neue Kraft gegeben. Die Erkenntnis ihrer kulturellen Bedeutung gewinnt mehr und mehr an Boden. Um zu einem Verständnis der Kultur der Gegenwart, die ja wesentlich von der Technik beeinflußt wird, zu kommen, ist es nötig, den Entwicklungsgang technischer Ideen zu verfolgen. Im Dienste dieser Kulturaufgabe leisten die technischen Museen, die die lebendige Anschauung des Werdeganges der Technik vermitteln, wertvollere Arbeit, als die Literatur je vermag.

Das Deutsche Museum in München arbeitet lebhaft weiter an seinem Ausbau und kann sich auch einer begrüßenswerten geldlichen Unterstützung durch Industrie und Behörden erfreuen. Von den Arbeiten des letzten Jahres ist als Wichtigstes der Ausbau der Abteilung Schiffbau mit einer betriebfähigen Schleppversuchsanlage zur Widerstandmessung an Schiffskörpern und Schiffsschrauben zu erwähnen. Die Einrichtung der Abteilung Bauwesen schreitet rüstig vorwärts, so daß die Eröffnung 1928 wird erfolgen können. Die Abteilung wird hauptsächlich die Gruppen: Baustoffe, Wohnungs- und Städtebau, Siedlungswesen, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung umfassen. Ebenso soll im nächsten Jahre die Abteilung Gas- und Elektrotechnik der Öffentlichkeit übergeben werden. Im Ehrensaal kamen ein Relief von *Agricola,* ein Doppelrelief von *Otto* und *Langen,* eine Büste *Friedrich Harkorts,* ein Bildnis *Kirchhoffs* und ein Denkmal *Alexander von Humboldts* zur Aufstellung.

Als wichtigste Aufgabe für die Weiterentwicklung des Deutschen Museums erscheint die Frage des Baues der Bücherei- und Sitzungsräume. Zur Erlangung von Entwürfen wurde ein Preisausschreiben veranstaltet, das im Oktober 1927 seine Erledigung fand. Die Bücherei soll Raum für 500 000 Bände bieten (der derzeitige Bestand beträgt rd. 100 000 Bände), außerdem soll ein großer Kongreßsaal vorgesehen werden. Das Preisausschreiben brachte eine große Anzahl von Entwürfen, von denen allerdings keiner mit den ersten Preisen ausgezeichnet werden konnte; 2 zweite Preise, 1 dritter Preis und 3 vierte Preise kamen zur Verteilung. Der Grundstein zu diesem Studienbau, der den fertigen Sammlungsbau zur Einheit Deutsches Museum ergänzen soll, wird am 7. Mai 1928 gelegt werden.

Das Verkehrsmuseum der Technischen Hochschule Karlsruhe hat den Winter 1926/27 benutzt, um die Einrichtungen des Museums neu zu ordnen und zu erweitern. Das Museum, das unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. *Ammann* steht, gliedert sich in vier Abteilungen: Landverkehr (Eisenbahn- und Straßenverkehr), Wasserverkehr, Luftverkehr und Hilfszweige des Verkehrs (Brückenbau, Maschinenbau, Telephonie und Telegraphie). In allen Abteilungen sind eine Anzahl von Neuerwerbungen zur Aufstellung gekommen. Besonders interessant sind die Darstellungen aus dem Eisenbahnoberbau der Deutschen Reichbahn und Pläne der Rheinkorrektion bei Kehl, die 1820 von *Tulla* durchgeführt wurde. Die Museumsleitung ist bemüht, trotz der mehr als bescheidenen Mittel, die zur Verfügung stehen, das Museum weiter zu entwickeln und auszubauen.

Das Technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien ist von der österreichischen Industrie unter Mithilfe des Staates und der Gemeinde Wien als eine Lehr- und Bildungsstätte für das ganze Volk im Jahre 1909 gegründet worden. Der gewaltige Museumsbau, der sich in einer Gartenanlage gegenüber dem Schloß Schönbrunn erhebt, wurde kurz vor Ausbruch des Weltkrieges fertiggestellt; im Mai 1918 wurden die während des Krieges eingerichteten Schausammlungen sang- und klanglos eröffnet. Das Museum ist entgegen der sonst üblichen Saalbauweise in der Hallen- und Galeriebauweise errichtet, die einen klaren Überblick der Sammlungen ermöglicht. Die Sammlungen selbst umfassen in 30 Gruppen die Gebiete der Physik und Chemie als Grundwissenschaften der Technik, ferner die Gewinnung der Rohstoffe einschließlich des Berg- und Hüttenwesens, den Maschinenbau und die Elektrotechnik, den Land-, Wasser- und Luftverkehr, die technologischen Gruppen der chemischen Industrie, der Papier- und graphischen Industrie, die der Steine und Erden, das Bauwesen und soziale Einrichtungen. Tageslichtbildapparate zur Darstellung technischer Vorgänge, regelmäßige Führungen und Lichtbildervorträge erleichtern den Besuchern das Eindringen in die Welt der Technik. Zwischen dem Technischen Museum in Wien und dem Deutschen Museum in München bestehen besonders herzliche und freundschaftliche Beziehungen. Die beiden Museen stehen nicht nur in Gedanken- und Sachaustausch, sondern sind auch durch eine Personalunion derart verbunden, daß Mitglieder des Deutschen Museums dem Wiener Kuratorium und Vertreter des Technischen Museums in Wien dem Münchener Vorstandsrat angehören.

Von Neueinrichtungen des Jahres 1927 ist besonders die Einweihung der Radio-Abteilung am 11. Juni zu erwähnen. Die Abteilung ist in das Postmuseum eingegliedert worden, das einen Teil des Technischen Museums bildet.

Auf ein erheblich größeres Alter als die deutschen technischen Museen können diejenigen in England und Frankreich zurückblicken. In Paris ist es besonders das Conservatoire National des Arts et Métiers, das den Mittelpunkt der technisch-geschichtlichen Forschung bildet und bereits auf eine Vergangenheit von mehr als 100 Jahren zurückblicken kann. In neu errichteten Sälen kam im letzten Jahre besonders die Entwicklung der Photographie und Kinematographie zur Darstellung. Die Arbeiten und die Werkzeuge der Pioniere der Photographie wurden hier vereinigt und der Aufschwung gezeigt, den die Lichtbildkunst seit *Niepce* und *Lumière* genommen hat. Die hierfür bestimmten Säle wurden am 11. März 1927 eingeweiht.

Das Science-Museum in South Kensington bei London, vor 70 Jahren als eine nationale Ausstellung für Erfindungen, Ingenieurwesen und wissenschaftliche Entdeckungen gegründet, konnte sich eines besonders reichen Zuwachses erfreuen. Die Zahl der Schenkungen und Neuerwerbungen des letzten Jahres beträgt 1300. Ganz besondere Beachtung verdient ein kleiner Raum, der *James Watts* Werkstatt in Heathfield getreu wiedergibt. Diese Werkstatt, ein Geschenk des Majors *J. M. Gibson-Watt,* enthält über 6500 Werkzeuge, Maschinen und andere Gegenstände, die genau so gestellt sind, wie man sie beim Tode *Watts* 1819 vorfand. — Nach alten Originalzeichnungen ist das Modell eines Stielhammers von *Simon Goodrich* (1804) angefertigt, ein weiteres Stielhammer-Modell wurde nach den Schriften *Agricolas* hergestellt. — Eine Werkzeugsammlung soll die Entwicklung von den ältesten Geräten des Menschen, wie Axt, Meißel, Hammer, Bohrer und Säge, zeigen. Sie führt von den rohen Stein- und Feuersteinwerkzeugen über die Bronze- und Eisenzeit bis zur Gegenwart. Besonders fesselnd sind einige von den Steinmetzen des alten Ägyptens gebrauchte Werkzeuge. — Einen Neubau füllen mathematische Instrumente, Rechenmaschinen, Elektrische und thermische Apparate, Instrumente für Meteorologie und Erdbebenforschung, eine Anzahl von Mikroskopen, alte Diagramme, Modelle hüttenmännischer Anlagen vervollständigen die Sammlung. — Die Bücherei des Museums umfaßt 161 000 Bände.

Das Science-Museum macht besondere Anstrengungen, um das Publikum in seine Räume hineinzuziehen und ihm

Digitized by Google

das Verständnis der Sammlungen zu erleichtern. Täglich zweimal finden Führungen durch bestimmte Abteilungen statt, deren Plan monatlich vorher festgelegt und veröffentlicht wird. Eintritt und Führungen sind unentgeltlich.

In Stockholm ist die Frage eines technischen Museums besonders seit 1920 von der Ingenieur-Akademie gefördert worden. An einem endgültigen Raum zur Aufstellung der bereits vorhandenen umfangreichen Sammlungen fehlt es jedoch noch. Die genannte Akademie ist vorerst nur in der Lage, einen kleineren Raum für Ausstellungszwecke zur Verfügung zu stellen. Eine große Zahl von Ausstellungsgegenständen lagert teils in den Speichern des Museums, teils bei industriellen Werken im Lande. Die wertvollste Erwerbung des letzten Jahres besteht in einer vollständigen Papiermühle mit Gebäuden und Einrichtungen, die 1777 errichtet und bis 1. November 1926 noch im Betrieb war. Sobald die Platzfrage gelöst ist, soll die Mühle in Stockholm aufgestellt werden. Für die Abteilung Bergwesen wurden eine Sammlung alter Original-Bohrwerkzeuge, 14 Bohrmaschinen, eine hölzerne Pumpe, eine sehr wertvolle Reihe Lampen usw. erworben. Für die Gruppe Eisenhüttenwesen und Metallbearbeitung sind besonders Gießereimodelle, Geräte für Sumpferzgewinnung, Proben von Kunstguß sowie eine der ersten in Schweden aufgestellten Bessemer-Birnen zu nennen. Ferner wurden Fahrzeuge, Textilmaschinen, Elektromotoren, Werkzeuge und Maschinen für die Porzellanherstellung usw. dem Museum gesichert. Das Zeichnungsarchiv umfaßt 20 000 Werkzeichnungen, Grundrisse von Maschinen, Fabrikanlagen, Kraftwerken usw. aus den Jahren 1730 bis 1915. Von besonderem Interesse sind die Zeichnungen der Heißluftmaschine von *John Ericsson*. Von der Gebäudefrage hängt es ab, ob es gelingt, die gesammelten Gegenstände ihrem Zwecke zuzuführen.

Eine besondere Rolle unter den Museen spielt das „Freiluftmuseum" Skansen bei Stockholm, das dem „Nordiska Museet" angegliedert ist. Dies Museum will ein Bild vom Leben des schwedischen Volkes geben. Häuser und Bauernhöfe aus allen Teilen Schwedens, eine Kirche, Mühlen und Werkstätten, Meilen- und Ruinensteine, in ihrer natürlichen Umgebung unter freiem Himmel aufgestellt, geben im kleinen ein Bild des bäuerlichen Lebens in ganz Schweden. Die Handwerkbetriebe, mit Wind- und Wasserkraft betrieben, geben manch interessanten Einblick in technische Entwicklungsgänge. Die Teermulde zeigt eine Art primitiver „Trockendestillation" zur Teergewinnung. Die altschwedischen Baukonstruktionen, verhältnismäßig einheitlich entwickelt, haben besonders die Holzbauweise hoch entwickelt.

In Amsterdam fesselt den geschichtlich interessierten Ingenieur das Nederlandsch-Historisch-Scheepvaart-Museum, das 1913 gegründet wurde. Der Besucher findet zahlreiche Modelle der See- und Binnenschiffe, wie sie in den letzten 3 Jahrhunderten in Holland gebaut wurden. Aus Büchern, Zeichnungen, Stichen usw. kann er die Einzelheiten kennenlernen. Besonders beachtenswert ist die Sammlung schöner niederländischer Kartenwerke.

Amerika besitzt heute noch kein technisches Museum, das an die Museen in München, Wien, London, Paris heranreicht, doch sind starke Bestrebungen im Gange, auch dort diesen kulturell wichtigen Gedanken zu pflegen. Unabhängig voneinander bestehen drei Pläne, für die z. T. auch schon Geldmittel vorhanden sind. Eine Reihe maßgebender Männer weilte bereits in Europa, um hier die Einrichtung technischer Museen zu studieren.

In Washington soll ein „National Museum of Engineering and Industry" erbaut werden, das mit dem „Smithsonian Institute" in Verbindung steht. Für die Leitung des Museums ist der derzeitige Präsident der Commonwealth Edison Co., *Samuel Insull*, vorgesehen. Die Kosten für die Errichtung des Museums sind vorerst mit 10 Millionen Dollar, von denen 1 Million bereits zur Verfügung steht, angenommen. Das Gelände für das Museum wird von der Regierung kostenlos zur Verfügung gestellt. Als Vorbild dienen in erster Linie das Deutsche Museum in München, das Technische Museum in Wien und das Science-Museum in South Kensigton bei London. Außer den eigentlichen Ausstellungsräumen ist auch eine „Nationale Ruhmeshalle" vorgesehen, in der Büsten und Gedenktafeln großer Männer der technischen und industriellen Geschichte aufgestellt werden sollen.

Ein zweiter ähnlicher Plan für ein technisches Museum in New York hat durch das Vermächtnis des 1924 verstorbenen *Henry R. Towne* starke Förderung erhalten, der über 1 Million Dollar für die Errichtung eines solchen Museum bestimmte. Dieses „Museum of the Peaceful Arts" hat sich hauptsachlich die Belehrung möglichst weiter Kreise der Bevölkerung über die technische Entwicklung zum Ziel gesetzt. Mit dem Bau soll so bald wie möglich begonnen und die Einrichtung schrittweise nach Maßgabe der verfügbaren Mittel gefördert werden.

Als dritte amerikanische Stadt, die voraussichtlich demnächst über ein großes technisches Museum verfügen wird, ist Chicago zu nennen. *Julius Rosenwald* setzte den Betrag von 1 Million Dollar aus, um ein Museum zu errichten, das im besonderen diejenigen Zweige der technischen Entwicklung zeigen soll, zu denen Chicago in besonders naher Beziehung steht.

Außer diesen ständigen Museen hat im letzten Jahre auch eine große Zahl von Ausstellungen Sondergruppen eingerichtet, die entwicklungsgeschichtlich den Werdegang bestimmter Zweige der Technik veranschaulichten. Auf der Automobil-Ausstellung in Berlin (Nov. 1926) war in einer historischen Abteilung an den Originalfahrzeugen die Entwicklung des Kraftwagens von *Gottlieb Daimler* und *K. Benz* her bis zur Gegenwart gezeigt. In der Ausstellung „Das Bayerische Handwerk" in München hatte man in der sogenannten „Goldenen Stadt" erlesenste alte Werke deutscher Handwerkskunst zusammengetragen, die einen Einblick in den hohen Stand handwerklicher Technik gaben, wie sie besonders in Augsburg, Nürnberg und Regensburg blühte. Auch die „Jahresschau deutscher Arbeit" in Dresden, die in diesem Jahre dem Papier gewidmet war, gab in einer besonderen geschichtlich-wissenschaftlichen Abteilung einen Überblick über die Entstehung und Verbreitung der Papiermacherei von ihren frühesten Anfängen an[1]).

Ferner hatte der 100jährige Todestag *Alessandro Voltas* Veranlassung zu einer groß angelegten Volta-Ausstellung in Como gegeben, die die Entwicklung und den heutigen Stand der Elektrotechnik zeigen sollte. Besonders die Entwicklung des elektrischen Nachrichtenwesens hat hier eine Darstellung von den Anfängen an bis zu den modernsten Einrichtungen der Gegenwart gefunden. Telegraph, Telephon, Radiotechnik, Kabel, Feuermelder u. v. a. zeigen eine große Gleichmäßigkeit der Entwicklung für die ganze Kulturwelt, wie sie vielfach erst durch die Anwendung der elektrischen Nachrichtenübermittlung und die dadurch herbeigeführte Erleichterung der Verständigung und der Mitteilungen von Land zu Land möglich geworden ist.

In Vorstehendem konnten nur kurze Andeutungen der wichtigsten Vorgänge auf dem Gebiete der technischgeschichtlichen Museen und Ausstellungen gegeben werden; auf Vollständigkeit kann diese Zusammenstellung keinen Anspruch erheben. Immerhin zeigt sie, daß das Verständnis für die Wichtigkeit der Aufgabe technischgeschichtlicher Forschung im Wachsen begriffen ist.

Hans Häneke.

Die Geschichte der Papierindustrie auf der Jahresschau Deutscher Arbeit Dresden 1927. Die Dresdener Jahresschau brachte im Jahre 1927 die Erzeugung, Verarbeitung und Verwendung des Papieres zur Darstellung. In einer besonderen geschichtlich-wissenschaftlichen Abteilung wurde ein Überblick über die Entstehung und Verbreitung der Papiermacherei von den frühesten Anfängen bis zur Gegenwart gegeben. Den Auftakt dieser Abteilung bildete die Darstellung der papierlosen Zeit, in der sich der Mensch mit Stein, Fels, Sand, Knochen, Holz und Rinde, Leder und Gewebe, mit Kerbhölzern und Knotenschrift, Ton- und Wachstafeln zur Aufzeichnung seiner Gedanken behalf. Hierher gehören auch die von den Ägyptern aus einer Wasserpflanze, der Papyrusstaude, durch Entrindung des Schaftes und Miteinanderverbinden der dünnen zarten Hautstreifen in zwei Lagen kreuz und quer mit nachfolgendem Glätten durch einen harten Gegenstand gewonnenen Papyrusbogen, nach denen

[1]) Vgl. nachstehenden Beitrag.

Digitized by Google

unser heutiges Papier seinen Namen trägt. Der Papyrusbogen war im Altertum der einzige Beschreibstoff von praktischer Bedeutung. Die Verwendung des Leders als Beschreibstoff stammt aus dem Orient, wo besonders in der Stadt Pergamum schon im 11. Jahrhundert Leder für Beschreibzwecke zugerichtet wurde. Beschaffenheit und Herstellung des aus Häuten von Kälbern, Ziegen, Schafen usw. gewonnenen „Pergaments" sind von der des Papieres grundverschieden. Das Papier als eine Verfilzung feinster Pflanzenfasern ist von allen Beschreibstoffen in Europa zuletzt bekannt und verwendet worden, es ist aber nicht der jüngste dieser Stoffe. Die Chinesen verfertigen und verwenden Papier seit zwei Jahrtausenden. Von der unter Mitwirkung des Dresdener Museums für Völkerkunde, der staatl. Museen zu Berlin, der Museen für Völkerkunde zu Leipzig, Frankfurt a. M., Kopenhagen und Gothenburg und des Afrikaarchivs zu Frankfurt a. M. gegebenen Darstellung der papierlosen Zeit führte daher der Weg unmittelbar zu einer chinesischen Papiermacherei, in der die altväterliche Herstellungsweise des chinesischen Papiers von Chinesen vorgeführt wurde, Abb. 1. Das gezeigte Material wurde zum größten Teil vom deutschchinesischen Kreis in Dresden gesammelt. Als Rohmaterial benutzten die Chinesen die Fasern des Papiermaulbeerbaumes, dessen abgezogener und entrindeter Bast in Wasser zum Faulen gebracht wurde, wodurch eine Trennung der Fasern voneinander stattfand. Die Fasern wurden gewaschen, längere Zeit in Kalk gelegt, gereinigt, durch Schlagen und Stampfen zerkleinert und mit Wasser zu einem Brei verrührt. Dieser Brei wurde aus der Breibütte auf ein Sieb aus feinen Bambusstäben geschöpft, auf dem die Fasern durch Schütteln vollends ineinander verfilzt und zu einem dünnen Breiblatt vereinigt wurden. Dieses wurde nach dem Trocknen geglättet und mit Stärke geleimt, wodurch die Saugfähigkeit des Stoffes beseitigt und dieser selbst verfestigt wurde. Auf diese Weise erzielten die Chinesen ein haltbares, beschreibbares Papier. — An zahlreichen Papiererzeugnissen aus dem fernen Osten, wie Lampions, Seiden- und Kopierpapiere, Tuschzeichnungen, Sonnenschirmen, heiligen Schriften usw., wurde alsdann die Verbreitung des Papieres in Asien gezeigt. Von China aus fand die Papiermacherei ihren Weg nach dem Abendland. Sie gelangte über Samarkand in Mittelasien zu den Arabern und wurde durch die Mauren schon im 12. Jahrhundert in Spanien ausgeübt. Auch die Kreuzzüge trugen zu ihrer Einführung und Ausbreitung in Europa bei. Jahrhundertelang glich die abendländische Papiermacherei der chinesischen fast vollständig. Nach den Angaben des Instituts für Textil- und Papiertechnik an der technischen Hochschule Dresden war in der Dresdener Ausstellung eine deutsche Papiermühle im Stile des beginnenden 18. Jahrhunderts mit Hammerwerk, Holländer, Vorratsbütte, Schöpfbütte, Gautschstuhl und Spindelpresse nachgebildet worden, Abb. 2. Die Arbeitsweise dieser Papiermühlen sei kurz beschrieben: Der abendländische Papiermacher benutzte als Rohstoff in erster Linie Leinen- und Baumwollhadern, die sortiert, zerkleinert, in Gewölben aufgeschichtet, angefeuchtet und dadurch einer faulen Gärung ausgesetzt wurden, welche die Fett- und Farbstoffe zersetzte und die Hadern gleichmäßig und geschmeidig machte. Hierauf wurden diese in Bütten durch Stampfer unter Wasserzufluß gewaschen und zerfasert. An die Stelle dieses „deutschen Geschirrs" trat später das „holländische Geschirr" oder kurz „Holländer" genannt, in dem die Fasern durch eine Walze mit stumpfen Messern, die sich gegen feststehende stumpfe Messer in der Bütte bewegte, zerkleinert wurden. Die dünnbreiige Hadernfasermasse kam, wenn die nötige Feinheit erreicht war, in die mit Rührwerk ausgestattete Stoffbütte, aus der sie als Stoffmilch in die Schöpfform geschöpft wurde. Durch scharfes mehrmaliges Schütteln suchte man, solange das Wasser von der Schöpfform noch nicht ganz abgelaufen und eine innige Vermischung der Fäserchen noch möglich war, ihre genügende Verfilzung und gleichmäßige Verteilung über die ganze Fläche zu erreichen. Nach dem Abheben des Deckels wanderte die Form mit dem nassen Papierblatt in die Hand des Gautschers. Dieser drückte das Papierblatt durch Umkehren der Form auf eine Filztafel und hob die Form ab. Das Blatt wurde mit einer anderen Filztafel bedeckt, dann folgte das nächste Blatt.

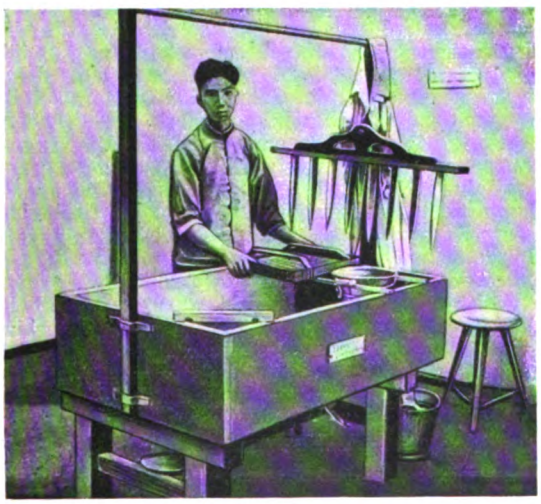


Abb. 1. Chinesische Papiermacherei

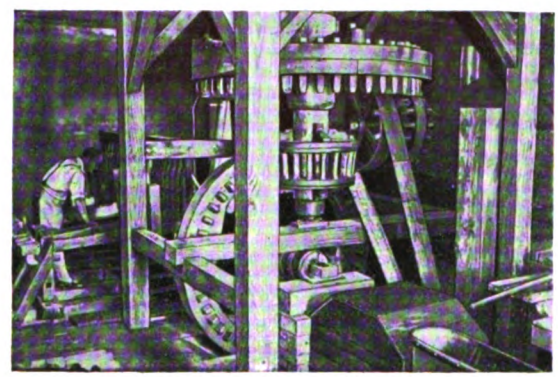


Abb. 2. Papiermühle im Stile des 18. Jahrhunderts

hierauf wieder ein Filz usf., bis ein etwa 200 Bogen umfassender Stoß fertiggestellt war. Er kam in die Presse, in der das Wasser durch starken Druck aus den Papier- und Filzlagen gequetscht wurde. Dann wurden die Blätter zwischen den Filzlagen abgehoben und aufeinandergeschichtet. Ihre Glättung suchte der alte Papiermacher dadurch zu erreichen, daß er den ganzen Stoß übereinanderliegender Papierbogen ohne Filzzwischenlagen in die Presse brachte und die Pressung mehrfach nach Umlegen wiederholte. Zuletzt wurden die Bogen in geheizten Kammern freihängend getrocknet. Für Schreibzwecke war das Papier in dieser Form nicht geeignet, da es infolge zahlloser feinster Haarröhrchen die Tinte breitfließen ließ. Um dies zu verhindern, verstopfte man die Poren durch Eintauchen der Bogen in eine mit Alaun versetzte Gelatinelösung, mit der sie getränkt wurden, worauf man sie abermals durch Aufhängen trocknen ließ. Dieses Verfahren verlieh dem Papier Glätte und Glanz. Es wurde leimfest und dadurch für Schreibzwecke verwendbar. — Diese Form der Papiermacherei, die heute noch für die wertvollsten Papiersorten angewendet wird, wurde nach der alten Manier der niederrheinischen Papiermühle J. W. Zanders in Bergisch-Gladbach in der Dresdener Ausstellung vorgeführt. — Daran schlossen sich Sammlungen von alten Papiererzeugnissen, wie alten Papierspielsachen, Sonnenuhren, Teebrettern, Tintenfässern, Spielkarten, Tapeten, Spitzenbildern, Theaterzetteln, Visitkarten, Notgeldern, Kalendern, Stammbüchern usw. In fast lückenloser Reihenfolge wurde die Geschichte der Silhouette dargestellt. Auch die Geschichte des stenographischen Schrifttums fand eingehende Darstellung. Anschließend brachte die Sächsische Landesbibliothek in einer Sonderschau „Das Buch" eine Zurschaustellung der wichtigsten Erscheinungsform des Papiers, des Buches, die u. a. in zwei Gruppen eine Übersicht über die geschichtliche Entwicklung des Buchwesens und der Buchkunst gab. *Dr. J. Hausen.*

Digitized by Google

Zur Erneuerung des Archivs für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik. Im Jahre 1909 gründete *Karl Sudhoff* die Zeitschrift „Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik". In den 9 Jahren ihres Bestehens hat sie das zu ihrer Einführung entworfene Programm, neues Verständnis für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik zu erwecken, nach bestem Vermögen durchgeführt. Die Darstellung des Geschehenen als Grundlage des Historischen war das Leitmotiv. Leider mußte das Erscheinen des Archivs mit dem neunten Bande im Jahre 1922 eingestellt werden.

Bibliotheksrat Dr. *Julius Schuster*, Berlin, hat die Zeitschrift im Juli d. Js. mit dem 10. Bande neu erscheinen lassen. Er wurde dabei von führenden Kreisen der deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, namentlich von *Sudhoff*, unterstützt. Sie soll nicht nur dem engeren Kreise der Historiker, sondern der gesamten Wissenschaft ein Feld gemeinsamen Interesses eröffnen, denn nur aus der umfassenden Kenntnis der Vergangenheit können wir den herrschenden Geist der Gegenwart begreifen. Hierzu genügt freilich nicht, daß wir Neues und Altes vergleichend nebeneinanderstellen, sondern wir müssen die kulturgeschichtlichen und geistesgeschichtlichen Zusammenhänge jener und unserer Zeit ergründen.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich und will geschichtliches Material der Naturwissenschaften und der Technik sowie ihrer Grenzgebiete mit guter Bildausstattung darstellen. Fortlaufend sollen Originalbeiträge aus dem Gesamtgebiet, auch in italienischer, französischer und und englischer Sprache, veröffentlicht werden. Weiterhin sollen Besprechungen wichtiger Neuerscheinungen und Abhandlungen über geschichtliche Fortschritte unterrichten.

Aus den bisher erschienenen technischen Beiträgen seien besonders erwähnt [2]):

Darmstaedter: „Assyrische chemisch-technische Vorschriften und ihre Erklärung." Übersetzungen assyrischer Texte, in denen der Bau eines Glasschmelzofens und die Zubereitung verschiedener Gläser und Glasuren eingehend beschrieben wird.

Engelmann: „Schraubenmikrometer-Erstlinge." Beschreibung und Abbildungen der beiden ältesten bekannten Schraubenmikrometer aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, von denen der eine rechnerischen, der andere meßtechnischen Zwecken dient.

Winderlich: „Geschichtliche Notizen zur Verflüssigung der Gase." Der Irrtum, daß *Faraday* der erste gewesen sei, der Gase verflüssigt habe, wird geklärt. *Faraday* schreibt selbst, daß schon vor ihm Gase verflüssigt seien, weist aber in seiner Schrift auf die Grundbedingungen für die Verflüssigung der Gase, Kälte und Druck, hin.

Von allgemeinem Interesse ist eine Abhandlung von *Wilh. Ostwald* „Geschichtswissenschaft und Wissenschaftsgeschichte".

Noch längst nicht haben die Naturwissenschaften die Stellung in der Gesamtheit erstritten, die ihnen ihrer Bedeutung nach zukommt. Möchten recht viele aus historischer Vertiefung der Zeit- und Streitfragen die Überzeugung gewinnen und betätigen, daß Schillers Worte in seiner akademischen Antrittsrede in Jena auch für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik die ernste Mahnung aussprechen: „Es ist keiner unter Ihnen allen, dem Geschichte nicht etwas Wichtiges zu sagen hätte."

Dipl.-Ing. *Hockenbeck.*

Die Geschichte des Jern-Kontoret in Stockholm behandelt *Emil Kinander* in einem Vortrage auf der Hauptversammlung des Iron Steel Institutes, die im August 1926 in Stockholm abgehalten wurde. (Journal and Steel Institute 114 (1926), S. 13 bis 50.)

Die Gründung des Jern-Kontoret fand zu einer Zeit des wirtschaftlichen Tiefstandes statt. *Gustav Wasa*, der Begründer des heutigen schwedischen Reiches, erkannte die Bedeutung der Eisenindustrie für Schweden, und sowohl er als auch sein Nachfolger *Carl IX.* und sein Enkel *Gustav-Adolf* waren bestrebt, die Eisenindustrie in jeder Weise zu unterstützen. Die ersten Verordnungen über die schwedischen Hüttenwerke wurden unter der Regierung der Königin *Christine* erlassen. Neue Eisenhüttenwerke wurden angelegt und neue brauchbare Arbeitsweisen eingeführt. Leider waren die durch diese Vorgänge sehr gestiegenen Erzeugungsmengen die Ursache für eine große Preissenkung. Während beispielsweise im Jahre 1720 192 000 Schiffspfund Eisen erzeugt wurden, war die Erzeugung im Jahre 1739 bereits auf 300 000 Schiffspfund gestiegen, wogegen die Eisenpreise von 22 bis 24 Taler je Schiffspfund im Jahre 1725 auf 13 bis 15 Taler im Jahre 1738 gefallen waren. Ein Hauptgrund für diese Preissenkung war der Umstand, daß sich der Eisenhandel damals in den Händen weniger Kaufleute befand, die den Eisenhüttenwerken arg zusetzten. Bereits im Jahre 1738 wurde der Plan eines Zusammenschlusses der Eisenhütten erwogen, jedoch gelang es erst im Jahre 1743, die Angelegenheit besser in Fluß zu bringen, so daß endlich im Jahre 1744 zur Gründung dieses Verbandes, des Jern-Kontoret, geschritten werden konnte. Besondere Verdienste um das Zustandekommen des Verbandes hat sich der Handelsagent *Backmannsson* erworben, der später unter dem Namen *Nordencrantz* geadelt wurde.

Das Jern-Kontoret setzte sofort nach seiner Gründung Mindestpreise für verschiedene Eisensorten fest, kaufte nebenher alles Eisen auf, was nicht zu einem angemessenen Preise abgesetzt werden konnte, und behielt es so lange, bis sich dafür ein besserer Käufer fand. Um die Mittel für diese Tätigkeit aufzubringen, war jedes der Verbandsmitglieder gezwungen, einen Taler für das Schiffspfund erzeugten Eisens an das Jern-Kontoret zu zahlen, und zwar die erste Hälfte im Mai und die andere Hälfte im September eines jeden Jahres. Außerdem war während der ersten Jahre von jedem durch das Jern-Kontoret verkauften Schiffspfund Eisen eine Abgabe von drei Talern zu leisten. Das Abkommen wurde von 32 Teilnehmern unterzeichnet und erhielt zunächst für 3 Jahre Gültigkeit.

Im Jahre 1747 bestimmte eine königliche Verordnung, daß nicht mehr der Verkäufer, sondern der Käufer die Abgaben an das Jern-Kontoret zu zahlen habe. Mit dem Schluß des Jahres 1747 waren alle Vorbereitungen so weit erledigt, daß mit Beginn des Jahres 1748 das Jern-Kontoret seine Tätigkeit in vollem Umfange aufnehmen konnte. Die Geschäftsführung versahen vier Bevollmächtigte:

Staatssekretär *C. G. Löwenhjelm*, Bergmeister *Erik Stockenström*, Werksbesitzer *J. H. Lefebure* und Kommerzienrat *Thomas Plomgren.*

Im Laufe der ersten Jahre ergab sich wiederholt die Notwendigkeit, die Verordnungen abzuändern. Im Jahre 1751 wurde das Jern-Kontoret ermächtigt, aus seinem Vermögen Darlehen an Privatpersonen zu geben.

Neben der Ausübung von wirtschaftlichen Funktionen lenkte das Jern-Kontoret auch sein Augenmerk auf die technische Ausgestaltung des Eisenhüttenwesens. Es wurden zu diesem Zwecke nicht nur Reisestipendien bewilligt, sondern es wurde vor allem der damals schon bekannte *Sven Rinman* zum Oberhochofenmeister ernannt, der den Schmelzbetrieb der Eisenhütten zu überwachen und Verbesserungsvorschläge zu machen hatte. In späteren Jahren wurden mehrere derartige Posten geschaffen und im Jahre 1753 sogar zwei Direktoren ernannt, die ihr Hauptaugenmerk auf die Güte des erzeugten Roheisens zu legen hatten. Um die Eisen-Ausfuhr anzuregen wurden Ausfuhrprämien ausgesetzt.

Im Jahre 1757 wurde *Reinhold Angerstein*, ein Mann von hervorragender Begabung, Direktor der Grobschmiede beim Jern-Kontoret, der besonders durch seinen interessanten Reisebericht über die Eisenindustrie der verschiedenen europäischen Länder bekannt geworden ist. Leider sind diese Berichte nicht veröffentlicht worden, sondern liegen nur in einem handschriftlichen Exemplar im Archiv des Jern-Kontoret. Sein Nachfolger wurde *Sven Rinman*, der vormalige Oberhochofenmeister, der von 1760 bis zu seinem Tode, also volle 32 Jahre, im Amte blieb. Die Versammlungen der Mitglieder des Jern-Kontoret wurden alle drei Jahre abgehalten. Jedoch tagte ein Ausschuß, der sich aus Hüttenwerksbesitzern der einzelnen Industriebezirke zusammensetzte, jedes Jahr. Im Jahre 1769 wurde ein neues Statut erlassen, wodurch sich das Jern-Kontor vollständig von der Regierung löste. Bisher hatte nämlich die Regie-

[2]) Weitere Abhandlungen über Technik und Grenzgebiete: *Weis:* Evangelista Torricelli; *Hoffmann:* Achim von Arnim über Wilhelm Richter; *Barthel:* Die Gegenwartbedeutung von Goethes Farbenlehre; *Schuster:* Wege zu Goethes Naturwissenschaft; *Johnsen:* Groths Geschichte der Mineralogie; *Meyerhof:* Eine 5000 Jahre alte wässerige Lösung; *Schuster:* Alexander v. Humboldts wissenschaftl. Anfänge.

Digitized by Google

rung und selbst der König noch eine gewisse Oberaufsicht geführt. Dieses Statut blieb bis zum Jahre 1868 bestehen, in welchem Jahre eine grundlegende Änderung vorgenommen wurde. Weiterhin wurde das Statut im Jahre 1894 geändert.

Seit dem Jahre 1817 besitzt die Gesellschaft eine eigene Zeitschrift „Jern-Kontorets-Annaler", die in der ganzen eisenerzeugenden Welt großes Ansehen genießt. Die Namen der führenden Männer des Jern-Kontoret haben von jeher zu den besten des Landes gehört. Auch heute noch vertritt das Jern-Kontoret die Interessen der schwedischen Eisenindustrie nach jeder Richtung. Für besondere Leistungen auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens wird die Brinell-Denkmünze, die zum Andenken an die Verdienste *Brinells*, der von 1903 bis 1914 Geschäftsführer des Jern-Kontoret war, gestiftet worden ist, verliehen. *H. Dickmann.*

Johann Georg Ludolph Blumhof und seine Bedeutung für die Geschichte des Eisens. *Johann Georg Ludolph Blumhof* wurde am 25. September 1771 geboren. Seine Eltern besaßen in der Gartengemeinde vor Hannover einen Kotten, der die Bedürfnisse der Familie in bescheidenem Maße zu befriedigen vermochte, jedoch keine Reichtümer abwarf. Von seinem sechsten Lebensjahre an besuchte er die vom Küster geleitete Schule des Ortes. Er erregte die Aufmerksamkeit des Pastors *Hoppenstedt* und dessen Nachfolgers *Süßerott*, die ihn nicht nur in den damals allgemein üblichen Fächern unterrichteten, sondern auch in Geographie, Geschichte und alten Sprachen. Ein in der Nähe seiner Eltern wohnender Hauptmann *Baum* führte ihn in die Mathematik ein. *Blumhof* brachte es mit Hilfe dieser Männer und vornehmlich durch seine nie versagende Energie so weit, daß er im Jahre 1792 die Universität Göttingen beziehen konnte, wo er in *Lichtenberg* und *Kästner* wohlwollende Gönner fand. Er studierte Mathematik, Physik, Chemie, Geschichte und Volkswirtschaftslehre und förderte seine Kenntnisse im Lateinischen und Französischen. Die Bekanntschaft mit einem jungen Schweden namens *Lüdecke* vermittelte ihm die Kenntnis der schwedischen Sprache. Nach Abschluß seiner Studien blieb er in Göttingen, um sich auf die akademische Laufbahn vorzubereiten. Er bestritt dabei seinen Unterhalt durch schriftstellerische Arbeiten und vornehmlich Übersetzungen aus dem Schwedischen. Durch die Berührung mit schwedischen Autoren wurde er auf die Bergwerks- und Hüttenkunde hingewiesen, die ihn immer mehr in ihren Bann zog, so daß er sich endlich entschloß, sich ganz diesem Fache zu widmen.

Blumhof bewarb sich infolgedessen um eine Gehilfenstelle auf einer hannöverschen Eisenhütte, die ihm auch nach entsprechender Wartezeit übertragen wurde. Er kam zur Roten Hütte bei Elbingerode am Unterharz mit einem Wochenlohn von einem Taler und benutzte diese Zeit eifrig, sich in die Praxis des Eisenhüttenwesens einzuarbeiten, gab jedoch nach etwa Jahresfrist die Stellung auf, da die Bezahlung auf die Dauer doch zu gering war. *Blumhof* ging zunächst wieder nach Göttingen, um dort in der Universitätsbibliothek zu studieren und einige Arbeiten zum Abschluß zu bringen. 1801 kehrte er in sein elterliches Haus zurück, stets mit wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigt. Nachdem er kurze Zeit im Dienste des Freiherrn *von Veltheim* zu Destedt bei Braunschweig gestanden hatte als Aufseher über dessen beträchtliches Forst- und Bauwesen, lebte er zwei Jahre als Privatgelehrter in Braunschweig. Zu dieser Zeit erhielt er von der philosophischen Fakultät zu Helmstädt das Doktor-Diplom. Die Werke, die in der Braunschweiger Zeit entstanden, empfahlen ihn bei dem damaligen Großherzog von Hessen, *Ludwig I.*, und veranlaßten schließlich *Blumhofs* Berufung als Administrator der Eisenwerke zu Silbach und Bredelar im Herzogtum Westfalen.

Im Anfang des Jahres 1809 wurde *Blumhof* als Hütten- und Hammerinspektor zur Ludwigshütte nach Biedenkopf (Oberhessen) berufen und im Jahre 1811 zum Hofkammerrat ernannt. Die Jahre 1812 und 1813 waren die sorgenvollsten seines ganzen Lebens. Sein Hang zur Schriftstellerei und zur wissenschaftlichen Arbeit fesselte ihn mitunter mehr, als dem ihm übertragenen Amte zuträglich, an den Schreibtisch. Einige Angestellte machten sich die etwas lässige Geschäftsführung *Blumhofs* zunutze und trieben Unterschleife mit Kohlen, die im Laufe der Zeit ein beträchtliches Ausmaß annahmen. Wenn auch die nahezu dreiviertel Jahre dauernde Untersuchung, während welcher Zeit er „ab officio et salario" suspendiert wurde, zu seinen Gunsten ausfiel, indem er von der wissentlichen Schuld und Teilnahme freigesprochen wurde, so wirkte dieser Schicksalsschlag auf seine Gesundheit und sein Gemütsleben sehr nachteilig. Die Ludwigshütte wurde bald nach diesem Vorkommnis verpachtet und *Blumhof* pensioniert. Er zog im Jahre 1815 nach Eckelshausen, wo er mit rastlosem Fleiße eine Anzahl Werke zum Druck beförderte. Vor allem veröffentlichte er hier den ersten Band seiner „Enzyklopädie der Eisenhüttenkunde".

Auf die Dauer mochte *Blumhof* doch nicht die Pension annehmen, ohne eine entsprechende Arbeit zu leisten. Er wandte sich daher im Dezember 1816 an das Hessische Ministerium um Erteilung einer Professur, um Vorlesungen über Technologie, Eisenhüttenkunde, Bergwerkskunde, Kameralwissenschaften usw. an der Landesuniversität zu Gießen zu halten. Darüber hinaus lag ihm auch die Erziehung seiner fünf Kinder — er hatte sich im Jahre 1805 mit *Wilhelmine Ernestine von Mengershausen* verheiratet — sehr am Herzen; denn in Eckelshausen war keine Möglichkeit vorhanden, den Kindern eine bessere Ausbildung zuteil werden zu lassen, und außerdem gestattete die Pension, die *Blumhof* bezog, keine allzu großen geldlichen Aufwendungen nach dieser Seite. In seinem Gesuch erbat er neben der Bestellung als Professor die Beibehaltung des Charakters als Hofkammerrat, der Besoldung (Pension) als Hütteninspektor und eine Zulage von 500 Gulden von seiten der Universität.

Der hohe Senat der Universität Gießen nahm etwas naserümpfend von den Absichten *Blumhofs* Kenntnis. Fast ein halbes Jahr brauchte die Universität, um das Gutachten über *Blumhofs* Antrag an das Ministerium fertigzustellen. Aus dem Protokoll über die Verhandlungen des Senats seien hier die Meinungen einiger Mitglieder wiedergegeben:

„Das wissenschaftliche Fach, in welchem Herr D. *B.* hier docieren will, ist viel zu speziell für eine Univ., und besonders wie die unsrige ist. Auch wird Mineralogie schon seit vielen Jahren hier vorgetragen von H. G. K. D. *Müller*, späterhin von H. H. *Euerling* und H. Prof. *Wilbrand*. Und wie viele Zuhörer kommen? 6 — 8 — 10 — 12. Aber noch mehr: wie viele bezahlen? oft nicht die Hälfte. Vor 2 Jahren las ich über die Landwirthschaft. Der Zuhörer waren 6. Ein einziger honorierte."

. . . ..Es bleibt ihm ja unbenommen, in Eckelshausen oder Biedenkopf selbst ein Bergmännisches Privat-Institut zu etablieren, und dabei sein Glück zu versuchen, und seine Thätigkeit zu üben." . . . „umsomehr als Supplicant, welcher noch gar keine Probe der Brauchbarkeit als academischer Lehrer abgelegt hat (denn es kann ein Mann ein recht guter öffentlicher Bücherschreiber und gleichwohl ein schlechter öffentlicher Lehrer seyn), und 500 f Zulage ex fisco academica."

. . . „Die Fächer, in welchen Herr H. R. *Blumhof* der Universität nützlich seyn kann, und welche er selbst genannt hat, sind wichtig, wenigstens größerentheils in vielen Jahren bei uns nicht gelehrt worden. Ich kenne ihn nicht, als nur von der literarischen Seite, und von dieser verdient er Achtung. Sein Vortrag, wie mich ein Freund aus seiner Nachbarschaft versichert hat, soll lebhaft und anziehend seyn. Ich würde also zu meinem Theil für die Ertheilung der venia docendi stimmen. Über seine Pension kommt mir keine Stimme zu. Jedoch glaube ich, daß ihn die Aussicht auf eine Erhöhung derselben, wenn er als prof. extraord. der Universität genützt hat, eröffnet werden dürfte."

. . . „Ich bemerke noch, daß H. K. R. *Blumhof* doctor bullatus ist, und daß ihm daher das Doktorprädikat bey uns nicht zukommt."

Der wissenschaftliche Ruhm *Blumhofs* war aber schon so weit gefestigt, daß der Senat in dieser Hinsicht seinem Gesuche zustimmen mußte und die Entscheidung lautete daher:

. . . „In Berücksichtigung aller dieser Umstände glaubt die Majorität des akademischen Senats darauf devotest antragen zu müssen, daß dem Hofkammer Rath *Blumhof* gnädigst verstattet werden möge, akademische Vorlesungen dahier zu halten, insofern er auf die verlangte Zulage von 500 f verzichte, und daß es erst von dem Erfolge abhängen müsse, ob seine Wünsche in dieser Hinsicht eine Berücksichtigung erlauben würden."

Digitized by Google

Das Ministerium sprach am 30. Juni 1817 die Berufung aus, ohne *Blumhof* die erbetene Zulage zu gewähren. Infolgedessen konnte dieser die Professur nicht annehmen. *Blumhof* erneuerte erst im Oktober 1818 seine Bitte, ihm nunmehr auch die Zulage von 500 f zu gewähren. Der Senat entschied sich dann für eine Zulage von 400 f. Durch die Krankheit seiner Frau und die hohen Umzugskosten kam aber *Blumhof* erst dazu, Mitte Juni 1819 nach Gießen überzusiedeln. Seine Vorlesungen auf der Universität umfaßten folgende Gebiete: Allgemeine Technologie mit Besuch der vornehmsten Werkstätten u. Fabriken: Enzyklopädie der Bergwerkskunde; Geschichte der Künste und Handwerke; Ökonomisch-technologische Mineralogie; Allgemeine Hüttenkunde (seit 1821); Eisenhüttenkunde (seit 1821/2); Ökonomisch-technologische Warenkunde (seit 1822). Außerdem erbot sich *Blumhof*, Unterricht in der schwedischen und dänischen Sprache zu erteilen. Bei der Einstellung der Universität scheint jedoch die Hörerzahl der *Blumhof*schen Vorlesungen nie groß gewesen zu sein. Er lebte daher zurückgezogen und veröffentlichte noch eine ganze Reihe von Arbeiten. Sein Gesuch, die außerordentliche Professur in eine ordentliche zu verwandeln, wurde abschlägig beschieden. Er starb an einer Lungenentzündung am 9. Mai 1825.

Überblickt man die äußeren Lebensumstände dieses Mannes, so sind sie nur Mühe und Arbeit gewesen. Neben ewigen Geldsorgen waren es zahlreiche Krankheitsfälle in seiner Familie, die seine Gesundheit immer mehr untergruben. Sodann vernichtete ein Brand im Jahre 1812 den größten Teil seiner wertvollen Bibliothek und die Handschrift des ersten Bandes der „Enzyklopädie der Eisenhüttenkunde". Daß er trotz dieser drückenden Umstände es dennoch fertig gebracht hat, zahlreiche Schriften zu veröffentlichten, das muß ganz besonders unterstrichen werden und ist ein Zeichen für seine große Energie und zähe Ausdauer.

Blumhofs Arbeiten betreffen die Gebiete der Landwirtschaft, der allgemeinen Technologie und des Eisenhüttenwesens. Wenn man diese Arbeiten zeitlich verfolgt, so zeigen sie ganz deutlich seinen Werdegang; während anfänglich Themen aus der Landwirtschaft vorherrschend waren, bearbeitete er bereits Ende der neunziger Jahre allgemeine technologische und später eisenhüttenmännische Fragen. Mit den Übersetzungen, die *Blumhof* aus dem Französischen und vornehmlich aus den nordischen Sprachen angefertigt hat, verhält es sich ebenso. Besonders wertvoll sind die Übersetzungen aus dem Schwedischen für *Blumhofs* Zeitgenossen gewesen, vermittelten sie ihnen doch bei der verhältnismäßig geringen Verbreitung der Kenntnisse in der schwedischen Sprache die wertvollen Arbeiten der technologischen und hüttenmännischen schwedischen Schriftsteller um 1800 wie *Garnej, Nordvall, Rinman, Svedenstierna, Broling* u. a. m.

Neben diesen Veröffentlichungen sind es aber zwei, die heute zu Nachschlagezwecken noch reichlich Verwendung finden, und die dem Geschichtsfreund Angaben vermitteln über die Zustände der Eisentechnik etwa bis zum Jahre 1820.

Die erste dieser Veröffentlichungen ist die „Vollständige systematische Literatur vom Eisen in mineralogischer, chemischer, technologischer, ökonomischer, kameralistischer und medizinischer Hinsicht" (Braunschweig 1803). Diese Bibliographie, die wohl als eines der ältesten eisenhüttenmännischen Werke dieser Art anzusehen ist, verzeichnet nicht nur Buchwerke, sondern berücksichtigt auch sehr eingehend die Zeitschriftenliteratur. Wenn sie auch keine absolute Vollständigkeit aufweisen kann, so bringt sie immerhin über die verschiedenen Gebiete des Eisenhüttenwesens Hinweise auf literarische Quellen, die als Einleitung für das Studium eines Gebietes trotzdem sehr wertvoll sind.

Noch größeren Wert besitzt jedoch der „Versuch einer Enzyklopädie der Eisenhüttenkunde und der davon abhängenden Künste und Handwerke" (Gießen 1817—1821). Diese Enzyklopädie umfaßt vier Bände mit rund 2000 S. und behandelt in alphabetischer Stichwortfolge das gesamte Gebiet der Eisenerzeugung und -verarbeitung. Zeitgenossen *Blumhofs* haben die alphabetische Anordnung des Stoffes gerügt und die systematische vorgeschlagen, weil diese die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gebieten klarer hervortreten lasse. Man sieht, daß der Streit über die systematische oder alphabetische Aufteilung eines Stoffes schon vor 100 Jahren vorhanden war. Auch heute ist ja diese Frage noch heiß umstritten. *Blumhof* hat aber die alphabetische Anordnung so meisterhaft durchgeführt und arbeitet mit so zahlreichen Verweisungen, daß tatsächlich eine vollständige Auswertung des Stoffes ermöglicht wird. Besonderen Wert erhalten die einzelnen Abschnitte, die sich mitunter wegen ihrer knappen und klaren Fassung auszeichnen, durch die Angaben von zahlreichen Literaturquellen, in denen mehr über den betreffenden Gegenstand zu finden ist. Gerade diese zahlreichen Literaturangaben sind es, die dem Werk seinen Wert bis heute erhalten haben. Hat doch *Blumhof* in seinem großen Sammlerfleiße alles verarbeitet, was er überhaupt damals an Literatur erreichen konnte: von *Agricola* und *Biringuccio* angefangen bis zu seinen Zeitgenossen *Lampadius* und *Karsten*. Dadurch, daß das Werk am Ende des Holzkohlenzeitalters steht, ist es als ein Repertorium der gesamten Kenntnisse über diesen Abschnitt der Eisendarstellung anzusehen. Selbstverständlich hat aber auch *Blumhof* als gründlicher Forscher und Lehrer nicht nur das Alte berücksichtigt, sondern auch den damaligen Neuerungen seine Aufmerksamkeit gewidmet, und so finden wir in diesem Werke nicht nur beispielsweise die ersten Anfänge des Kokshochofens beschrieben, sondern auch eine genaue Darstellung des Puddelverfahrens und der dazu benötigten Öfen, obgleich damals noch kein Puddelofen in Deutschland in Betrieb genommen war.

Blumhof war sicherlich einer der wenigen Eisenhüttenleute der damaligen Zeit, die großes theoretisches Wissen mit praktischem Können verbanden. Vielleicht liegt gerade hierin die große Tragik seines Lebens: den Eisenhüttenleuten war er zu wissenschaftlich, den Philosophen in Gießen zu praktisch, zu technisch eingestellt. Was wollte ein solcher Mann an einer gelahrten Universität? Wir aber wollen ihm dankbar sein[3]).

Literaturübersicht

Justi, Karl Wilhelm, Grundlage zu einer hessischen Gelehrten-, Schriftsteller- und Künstler-Geschichte. Marburg 1831. S. 31/47.

Meusel, J. G., Das gelehrte Teutschland. 4. Ausg., 7. Nachtrag, 1. Abtlg. Lemgo 1804. S. 108/10.

Neuer Nekrolog der Deutschen. 3. Jahrg., 1825, 2. Heft. Ilmenau 1827. S. 1443/48.

Seibertz, Joh. Suibert, Westfälische Beiträge zur Deutschen Geschichte. 1. Bd. Darmstadt 1819. S. 61/70.

Soriba, H. E., Biographisch-literarisches Lexikon der Schriftsteller des Großherzogtums Hessen im 19. Jahrhundert. 2. Abtlg. Darmstadt 1843. S. 57/62.

Poggendorff, J. C., Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften. Bd. 1. Leipzig 1863. Sp. 215. Bd. 2. Leipzig 1863. Sp. 1459/60.

H. Dickmann.

Das Bergische Land um 1750. Das Jernkontoret in Stockholm bewahrt sieben handgeschriebene Bände mit Reisebeschreibungen, die *Reinhold Angerstein*, Direktor der Grobschmiede beim Jernkontoret von 1757 bis 1760, verfaßt hat. In diesen Bänden befindet sich auch ein Bericht über die Industrie des Bergischen Landes, der durch das Entgegenkommen von *Alf Grabe*, dem Herausgeber von „Jernkontorets Annaler" in der Zeitschrift des Vereins für Technik und Industrie Solingen" (Bd. 6, 1926, S. 33/8) erscheinen konnte.

Angerstein wurde am 25. Oktober 1718 in Wikmannshyttan geboren. Bevor er zum Jernkontoret kam, war er Assessor im schwedischen Bergskollegium. Er starb bereits am 5. Januar 1760 und wurde in Hedemora begraben. Ein Vetter von ihm, *Johan Frederikson Angerstein*, kann in gewissem Sinne als der Entdecker der kritischen Punkte angesehen werden. Er hatte in einer Arbeit, die im „Kungl. Patriotiska Sällskapets Hushallsjournal" im September 1878 erschien, als die günstigste Temperatur zum Stahlhärten die Linie angegeben, wo ein Schatten über den Stahl läuft. Es geht aus seiner Beschreibung hervor, daß er den Punkt *Ac*, entdeckt und seine Bedeutung für die Härtung des Stahls eingesehen hat. Das geschah rund 100 Jahre bevor der Punkt von *Tschernoff* aufs neue entdeckt wurde.

[3]) Für liebenswürdige Unterstützung bei Abfassung der vorliegenden Biographie bin ich Herrn Geheimrat Dr. *Haupt*, sowie Herrn Archivar Dr. *Georg Lehnert* zu ganz besonderem Dank verpflichtet. Ebenso bin ich dem Hessischen Staatsarchiv für freundliche Überlassung von Akten sehr verbunden.

Digitized by Google

Der Bericht *Reinhold Angersteins* beginnt mit den Hochöfen im Oberbergischen, von denen damals neun in Betrieb waren. Sie erzeugten aus Eisenerzen des Kaltebachs etwa 8 bis 10 000 Schiffspfund Eisen, dazu kamen noch zwei Hochöfen und vier Hammerwerke im Kölnischen mit rund 5000 Schiffspfund Erzeugung. Die Erze des Kaltebachs waren außerordentlich reich und enthielten etwa 50 vH Eisen. Da der Gesamtverbrauch der Hammerwerke ungefähr 50 bis 60 000 Schiffspfund betrug, wurde sehr viel Rohstahl, Reckeisen und auch etwas Osemund aus dem Sauerland und aus der Grafschaft Mark eingeführt. Die im Wuppertale liegenden Reckhämmer waren Schwanzhämmer. Sie verwandten für ihre Öfen Steinkohle, welche aus der Grafschaft Mark kam und an der Grube je Eimer (etwa 140 Pfund) 5 bis 6 Stüber kostete. Durch Fuhrlohn und Zölle erhöhte sich der Preis auf 16 bis 20 Stüber. An Arbeitslohn wurden bezahlt 5 bis 6½ Reichstaler je 1000 Pfund verarbeiteten Eisens. Ein Schmiedemeister, ein Schmiedegeselle und ein Schmiedelehrjunge schmiedeten in der Woche 1500 bis 3000 Pfund aus. Die Reckhämmer verkauften ihr Eisen in der Hauptsache über Duisburg nach Amsterdam. Dort wurde für 100 Pfund der Betrag von acht Gulden bezahlt. Die Amboß-Schmieden fertigten Ambosse von 3 bis 1600 Pfund. 100 Pfund wurden zu etwa 6 bis 6½ Talern verkauft. Die Rohstahlhämmer des Bergischen Landes bedienten sich des alten Schrotteisens beim Einschmelzen der Stahlkuchen. Als Brennstoff wurde Holzkohle verwandt. Die Gerbstahlhämmer hingegen verwandten wieder Steinkohle. Den Gerbprozeß vermochte *Angerstein* nicht zu beschreiben, weil seiner Ansicht nach die höchste Kunst hierbei in einer guten Beobachtung der Vorgänge bestand. Im übrigen war die Theorie bezüglich der Stahlerzeugung bei den Gelehrten und den Stahlerzeugern so entgegengesetzt, daß es nicht verwunderlich erschien, wenn viele, die sich mit der Beurteilung dieser Prozesse befaßten, Zeit und Geld verloren hatten, ohne für sich selber oder für andere etwas zu gewinnen. Damals ging noch viel Stahl vom Bergischen Land nach England, wogegen gewisse Stahlsorten nur für die heimische Industrie (Klingen, Messer, Feilen, Scheren) hergestellt wurden.

Die Zunftordnung band die Arbeiter an gewisse Erzeugnisse, wenigstens war dieses in Solingen der Fall, während in Remscheid, Cronenberg und Burg die Einwohner größere Freiheiten nach dieser Richtung hin genossen. Ausgenommen hiervon waren auch in diesen Orten die Klingen- und Messerschmiede, die sich in Klingenschmiedemeister, Härte- und Schleifmeister, Schwertfeger, Meister für Griffe und Stiele und Messerschmiedemeister schieden. Hierzu kamen noch die Firnismacher und Vergolder. Besonderen Wert legten die Solinger darauf, daß die heimische Industrie nicht durch auswandernde Arbeiter in andere Länder verpflanzt wurde.

Angerstein schließt seinen Bericht mit einigen Nachrichten über Bergwerke im Oberbergischen, Papiermühlen und macht noch Mitteilungen über die Städte Elberfeld und Düsseldorf, letzterer als der Hauptstadt des Bergischen Landes. *H. Dickmann.*

Der Streit über die Tipití-Presse. Vor elf Jahren hat der Verfasser an dieser Stelle [4]) eine Presse besprochen, die im Arowakengebiet im südlichen Amerika Verwendung findet und unter dem Namen Tipití bekannt ist. Der Verfasser erwähnte, daß bei dieser Schlauchpresse die einzelnen Flechtlagen schraubenförmig verlaufen, und daß sich ihr Durchmesser verkleinert, wenn man an beiden Enden in entgegengesetzter Richtung zieht. Dadurch wird dann der darin befindliche Inhalt zusammengedrückt. Der Verfasser glaubte, daß diese Erläuterung wohl ohne weiteres verständlich wäre, und hätte niemals gedacht, daß das Tipití-Problem so ausgedehnte Behandlung, wie es ihm indessen zuteil geworden ist, erfahren würde. Im nachfolgenden sei eine kurze Übersicht über die zahlreichen Irrtümer bei den Lösungsversuchen der Frage nach dem Arbeitsgange dieser Presse gegeben.

Vorerst hatte *Feldhaus* die Veröffentlichung des Verfassers in Verbindung mit einer früheren Erwähnung der Tipitípresse durch *Schelenz* besprochen und auch einige neue Ansichten über die Presse geäußert, die jedoch zum Teil unrichtig waren [5]). *Schelenz* hatte im Jahre 1917, also bereits nach Beschreibung der Arbeitsmethode der Presse durch den Verfasser, gemeint [6]), daß diese Vorrichtung nicht als Presse, sondern als Quetsche bezeichnet werden müsse, und daß sie nach dem Prinzip erfunden worden sei, nach dem man melke. Letzteres ist natürlich vollkommen falsch, was auch *Feldhaus* hervorhebt; außerdem erwähnt dieser aber, daß der Name Quetsche nicht angezeigt wäre, weil zum Quetschen ein wuchtiger Schlag gehöre, wie beim Pochwerk im Hüttenbetriebe oder bei der Goldschlägerarbeit. Nach Wissen des Verfassers ist der Ausdruck Quetsche überhaupt nicht üblich, und wenn man mit der Tätigkeit des Quetschens in früherer Zeit auch gelegentlich die Vorstellung des Schlagens verbunden haben mag, so ist doch nach der heutigen in der Technik gebräuchlichen Bezeichnungsweise quetschen und pressen wohl gleichbedeutend. Im übrigen sagt *Feldhaus* in Übereinstimmung mit der oben angeführten Darstellung des Verfassers, daß die Fasern schraubenförmig verlaufen, daß sich der Schlauch infolgedessen verlängert, wenn man ihn streckt, und daß er sich zugleich verengt. Er fügt noch hinzu: „Die Benutzung der Schraube in dieser Form zum Pressen ist sehr sinnreich."

Der Verfasser hatte nun wohl die Tipití-Presse im Anschlusse an die Benutzung der Schraube bei außereuropäischen Völkern dargestellt, hatte aber mit keinem Worte gesagt, daß hier eine „Schraubenpresse" und die „Benutzung einer Schraube" vorläge. Dies ist auch nicht der Fall, denn von letzterem Umstande könnte man nur dann sprechen, wenn ein schraubenförmiges Gebilde sich in einer dazugehörigen Mutter drehte und dadurch eine Vorwärtsbewegung in achsialer Richtung hervorbrächte. Nur solche Vorrichtungen werden in der Technik als „Schraubenpressen" bezeichnet. *Schelenz*, der Historiker der Pharmazie, hatte offenbar vollständig unklare Vorstellungen über die mechanischen Vorgänge, die beim Arbeiten der Tipití-Pressen auftreten; dem Ethnologen *Weule* lagen bei der Bearbeitung des Themas bereits die Abhandlungen von *Feldhaus* und vom Verfasser vor. Er brachte nun aber erst recht Verwirrung in die Angelegenheit.

Abb. 3. Flechtweise bei einer Tipití-Presse aus Guayana (Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur V A 10369). Vergrößertes Stück von Abb. 14 auf S. 181 der „Beiträge z. Geschichte d. Technik u. Industrie" Bd. 7, Berlin 1916

Der Verfasser hatte bei seiner ursprünglichen Darlegung niemals daran gedacht, daß das Verstehen der Arbeitsweise dieser Presse mit Schwierigkeiten verbunden wäre. Der Vorgang ist ja auch sehr einfach: Die Flechtlagen verlaufen schraubenförmig; hierbei sind zwei Scharen, die abwechselnd über- und untereinander liegen (ähnlich wie bei der Leinwandbindung, wenn auch nicht ganz damit übereinstimmend), zu unterscheiden, nur daß diese Scharen, wenn man die Presse von vorne betrachtet, nicht senkrecht und wagrecht, sondern diagonal laufen, Abb. 3. Greifen wir eine einzelne Faser heraus, so erhalten wir eine zylindrische Schraubenlinie, der wir der Genauigkeit

[4]) „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 7, Berlin 1916, S. 181, Abb. 14 und 15.

[5]) „Zeitschrift für angewandte Chemie", Jahrg. 31, Leipzig 1918, Bd. 1 (Aufsatzteil), S. 132.

[6]) „Zeitschrift für angewandte Chemie", Jahrg. 30, Leipzig 1917, Bd. 1 (Aufsatzteil), S. 308.

Digitized by Google

halber an beiden Enden noch ein kleines Stück einer Kegelschraubenlinie anfügen können, so daß die beiden Enden in der geometrischen Achse des Gebildes liegen. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß der von dieser Schraubenlinie eingeschlossene Hohlraum bei ihrer Dehnung kleiner wird. Im Grenzfalle geht er in ein eindimensionales Gebilde, nämlich in eine gerade Linie über. Praktisch kann wegen der Überkreuzung natürlich nur eine begrenzte Verlängerung des Schlauches erzielt werden. Die Einsicht in die erwähnte Eigenschaft der Schraubenlinie gibt jedoch sofort eine einwandfreie theoretische Unterlage zur Lösung der Aufgabe.

Weule fragte sich, ob die Verminderung des Rauminhaltes der Presse bei Verkleinerung des Durchmessers nicht durch ihre Streckung in der Länge ausgeglichen würde [7]). Die vorhin vom Verfasser gegebene Erklärung mit Darlegung des Grenzfalles wird jeden Techniker sofort erkennen lassen, daß dies nicht der Fall sein kann.

Weule versteht aber auch *Feldhaus* falsch und sagt, die Ansicht des letzteren wäre, daß der Inhalt der Presse gleichbleibe, er meine dagegen (*Weule*), „der tatsächliche Erfolg der Volumsverminderung werde lediglich durch eine beim Anziehen des Tipití hervorgerufene Drehung der diagonal geflochtenen Wandung erzielt. Also eine Schrauben- oder besser gesagt Wringbewegung in bester Form".

Solche Pressen mit Wringbewegung sind tatsächlich bekannt; sie wurden z. B. von den alten Ägyptern zum Auspressen des Weines benutzt. Im wesentlichen bestehen sie aus einem Schlauch oder Sack, in den die Trester gefüllt werden; darauf drehte man die beiden Enden des Sackes mit Hilfe von langen durchgesteckten Stangen in entgegengesetzter Richtung. Wir sehen also, daß hier keineswegs ein Zug in der Längsrichtung des Schlauches erfolgt. Bei der Tipití-Presse kann von einer Wringbewegung jedoch keine Rede sein, weil die beiden Schlauchenden nur auseinandergezogen werden und keine Drehung gegeneinander erfahren. Es ist daher unverständlich, wenn *Weule* von einer Tipití-Presse des Leipziger Museums mit schraubenförmig angeordneten Fasern sagt: „Zwar ‚schraubt' dessen Wandung beim Ausziehen, doch ist das so wenig, daß eine merkbare Einwirkung auf den Schlauchinhalt kaum erfolgen könne. *Feldhaus'* Erklärung genügt und befriedigt also nicht."

Man sieht, daß *Weule* diese Erklärung der Arbeitsweise der Presse völlig mißverstanden hat und dadurch vor einer unlösbaren Frage stand. Er richtete deswegen in der Frühjahrssitzung 1919 des Vereins für Völkerkunde zu Leipzig einen Appell an die zahlreich erschienenen Physiker und Mathematiker, an die Lösung des Problems heranzutreten. Vorerst, wie er berichtet, ohne Erfolg. Endlich fand sich zu Weihnachten 1919 der Geophysiker Prof. Dr. *Wenger*, der mit Hilfe höherer Mathematik erläuterte, daß eine Verlängerung des Schlauches tatsächlich eine Volumenverminderung bedeute, daß hingegen die Drehung an sich keine Volumenverminderung zur Folge habe, außer etwa insofern, als sich dadurch die Streifen dichter aneinanderlegen. In dieser Erklärung ist offenbar die im Grunde genommen ganz verschiedene Wirkung der Wring- und der Tipití-Presse durcheinandergeworfen. Man sieht, welcher ungeheure Arbeitsaufwand und welche besonderen Anstrengungen von Ethnologen und Physikern bei der Lösung einer Streitfrage entwickelt wurden, die bei Heranziehung von Technikern in wenigen Sekunden erledigt gewesen wäre, einer Streitfrage, die überdies in den Veröffentlichungen der Techniker bereits ihre Klärung gefunden hatte, die aber von den Wissenschaftlern der anderen Fachrichtungen nicht verstanden wurde.

Weule hat dann noch mit einer Presse Versuche mit Sandfüllung durchgeführt, die die Volumenverminderung beim Dehnen der Presse oder vielmehr die Volumenvermehrung bei ihrer Zusammendrückung bestätigte.

Die Untersuchung der in Leipzig befindlichen Pressen hatte jedoch ein anderes höchst merkwürdiges Ergebnis. Von den elf dort befindlichen Tipití zeigt, wie *Weule* schreibt, nämlich „nur ein einziges eine diagonale Flechtart, während die Flechtstreifen bei allen übrigen longitudinal verlaufen" [8]). Diese Tatsache erschien sehr sonderbar, ja bedenklich und war geeignet, die Techniker wieder vor ein neues Problem zu stellen. Wie sollte eine solche Presse, mit senkrecht verlaufenden Fasern nur durch Dehnung an ihren beiden Enden das darin befindliche breiartige Material zusammendrücken und den Saft zum Ausfließen bringen!

Die Lösung dieser Frage ist äußerst überraschend und bemerkenswert; sie wurde von einem Ingenieur gefunden. Dr.-Ing. *Ferd. W. Freise*, der Verfasser des den Technohistorikern bestens bekannten Buches: „Geschichte der Bergbau- und Hüttentechnik" (Berlin 1908), hatte in Brasilien Gelegenheit, das Arbeiten solcher Pressen eingehend zu beobachten [9]). Auch er stellte hierüber Versuche an, und zwar in recht geschickter Weise mit verschieden gefärbten Mandiokmehlschichten, die vor dem Entladen der Presse durch Parafineinspritzungen fixiert wurden. Photographien der Verschiebungen sollten jedermann dann einen einwandfreien Nachweis für die Art des Arbeitens solcher Pressen geben. Zur Veröffentlichung der Bilder kam es aber nicht, denn nachdem Brasilien auch in den Krieg eingetreten war, wurden *Freise* sämtliche Bilder konnsziert, weil findige Spionenfänger sie als — Darstellung des Mannesmann-Walzverfahrens angesehen hatten.

Den Vorgang beim Pressen schildert *Freise* allerdings nicht so einfach, wie er bisher von Ethnologen wiedergegeben wurde, und auch das Arbeiten dieser Vorrichtung vollzieht sich dadurch auf etwas andere Weise. Die Füllung des Tipití wird nämlich von Anfang an oben mit Steinen beschwert und die Presse zu Beginn nicht ruhig gestreckt, sondern zum „Tanzen" gebracht; man versetzt sie dabei in 10 bis 15 cm lange Schwingungen. Hierdurch machen die Außenschichten des Mehlbreis eine schraubenförmige Bewegung um den inneren Kern herum, und ein großer Teil des Saftes geht hierbei verloren. Nun legt man noch mehr Steine auf, und das Tipití wird regelrecht gestreckt, wodurch, wie *Freise* ausdrücklich schreibt, und wie es ja auch nicht anders zu erwarten ist, „seine vorher annähernd rechteckigen Maschen langgestreckt werden".

Dieses „Tanzenlassen" ist eine neue, bisher noch von niemandem anderen beschriebene Art der Arbeitsweise der Tipití-Presse. Wenn *Freise* hierzu angibt, daß die Außenschichten des Mehlbreies eine schraubenförmige Bewegung um den Kern herum ausführen, so bedarf dieser Vorgang noch einer genaueren Beschreibung und näheren Erläuterung. Man könnte meinen, daß es sich hierbei also doch um eine Art Wringbewegung handelt, aber der Preßschlauch selbst erfährt im Gegensatz zur altägyptischen Sackpresse keine Drehbewegung und es ist auch nicht einzusehen, weswegen das Preßgut bei der vollkommen symmetrischen Anordnung des Geflechtes, insbesondere der beiden diagonal verlaufenden Lagen den einen oder den anderen Drehsinn bevorzugen sollte. Deshalb müßte *Freise* vor allem angeben, ob die Verdrehung stets im gleichen Sinne erfolgt und welche Ursachen ihr zugrunde liegen.

Wie steht es nun aber mit den Pressen des Leipziger Museums mit vertikal verlaufenden Faserstreifen? Hierzu sagt *Freise:* Es gibt echte und nachgeahmte Schlauchpressen. Bei den echten verlaufen die Fasern schraubenförmig und ungefähr senkrecht zueinander. Die nachgeahmten haben Längsstreifen, die von spiralig umlaufenden Streifen durchflochten sind. Sie können schon um zwei Millreis auf dem Markte erstanden werden und gelangen dadurch sehr leicht nach dem Auslande und können dort zu falschen Urteilen Anlaß geben. Spanische oder portugiesische Köhler arbeiten sie sogar als Nebenverdienst am Meiler für die ‚Fremdenindustrie', hauptsächlich für Yankee-‚Forscher', die Brasilien in drei Tagen ‚machen'.

Man sieht also, daß die zehn Schlauchpressen mit Längsstreifen des Leipziger Museums solche Pseudotipití sind, die niemals von Eingeborenen wirklich benutzt wurden und ihrer ganzen Bauart nach auch niemals benutzt werden konnten. Vom Standpunkt einer streng wissenschaftlichen Forschung aus muß ihre Entfernung aus dem Museum verlangt werden, und es wäre auch zu untersuchen, ob nicht andere völkerkundliche Museen solche gefälschte Exemplare besitzen. In der ethnographischen Abteilung des Wiener Naturhistorischen Museums sind

[7]) „Dr. *A. Petermanns* Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt", Jahrg. 66, Gotha 1920, S. 70.

[8]) Dr. *Karl Weule*, „Die Anfänge der Naturbeherrschung" Bd. 1 (Frühformen der Mechanik), Stuttgart 1921, S. 37.

[9]) „Geschichtsblätter für Technik und Industrie", Bd. 9, Berlin 1922, S. 41.

Digitized by Google

nur Tipiti-Pressen mit richtig verlaufenden schraubenförmigen Fasern vorhanden [10]).

Aus den hier dargelegten Tatsachen, der langwierigen Diskussionen um das Verständnis des Arbeitens der Tipiti-Presse und der schließlichen Feststellung einiger falscher Exemplare im Leipziger Museum, erkennt man, wie notwendig ein Zusammenarbeiten von Technohistorikern mit Ethnologen und Archäologen wäre, wieviel unnützer Arbeitsaufwand dadurch erspart und wie sogar gelegentlich der Erwerb von Nachahmungen hintangehalten werden könnte. Auch eine Einführung der Studierenden der Ethnologie in die Grundzüge der Geschichte der Technik käme diesen für ihre späteren Arbeiten jedenfalls sehr zustatten. *Hugo Th. Horwitz.*

Die Erfindung des Stacheldrahtes. Am 19. Februar 1926 starb zu De Kalb in Illinois *Jacob Haish*, der ein Alter von nahezu 100 Jahren erreicht hat. Er wurde am 9. März 1826 in Baden geboren. Seine Eltern wanderten, als er 9 Jahre alt war, nach Ohio aus. Im Alter von 20 Jahren verließ er sein elterliches Haus und wandte sich nach De Kalb. Dort wurde er Zimmermann und fertigte für die Farmer hölzerne Einfriedigungen an. Dabei erhielt er die Anregung, den Einfriedigungsdraht mit Stacheln zu versehen. Fast gleichzeitig mit *Haish* kamen auch andere auf den gleichen Gedanken. Sein Tod hat nun erneut die Frage aufgeworfen, wer denn eigentlich der Erfinder des Stacheldrahtes sei. *Arthur G. Warren*, Secretary Industrial Museum Committee, American Steel & Wire Co., Worcester, Mass., hat die gesamten amerikanischen Patente über diesen Gegenstand zusammengestellt und untersucht (Iron Age 117 (1926), Nr. 25, S. 1769/74, 5. Abb.) und kommt dabei zu folgenden Feststellungen:

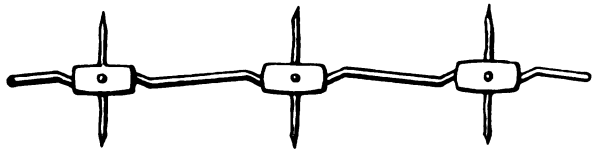


Abb. 4. Stacheldraht nach *Lucien B. Smith* (1867)

Das älteste Patent auf diesem Gebiete erhielt am 2. April 1867 *Alphonzo Dabb* in Elizabethport, N. Y., auf einen mit Spitzen versehenen Eisenstab für Mauern und Einfriedigungen. Am 25. Juni des gleichen Jahres wurde *Lucien B. Smith* in Kent, Ohio, ein Patent erteilt auf einen Einfriedigungsdraht, auf dem kleine Rundkörper aufgeschoben waren, die nach vier Richtungen hin Drahtspitzen aufwiesen, Abb. 4. Soweit bekannt ist, dürfte dieses Patent nie ausgeführt worden sein. Vier Wochen später, am 23. Juli 1867, wurde *William D. Hunt* in Scott, N. Y., ein Stacheldraht geschützt, der mit achtspitzigen Sternchen versehen war, Abb. 5. Zwischen *Smith* und *Hunt* entbrannte ein Prioritätsstreit, der zugunsten *Hunts* entschieden wurde. *Hunts* Erfindung war schwierig auszuführen; er selbst besaß keine Mittel dazu und er war glücklich, als er im Jahre 1874 1725 Dollar dafür erhielt. *Hunts* Patent ist aber grundlegend gewesen. Der nächste in der Reihe

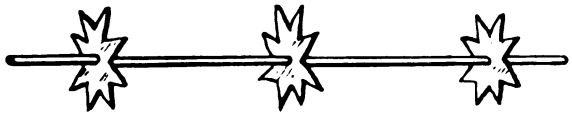


Abb. 5. Stacheldraht nach *William D. Hunt* (1867)

war *Michael Kelly*, der am 11. Februar 1868 ein Patent für einen Stacheldraht erhielt, der aus zwei verdrillten Drähten bestand und bei dem auf je einer Ader zweispitzige Blechplättchen aufgeschoben waren, Abb. 6. Am 17. November 1868 wurde dem gleichen Erfinder ein Flachdraht, durch den runde Drahtstacheln in gewissen Abständen gesteckt waren, geschützt. *Henry M. Rose* ließ sich am 13. Mai 1873 eine Holzplatte, in die eiserne Spitzen eingeschlagen waren, patentieren. Die gesamten bisherigen Erfindungen waren nur vorbereitender Natur. Mit dem Herbst des Jahres 1873 setzten die Arbeiten von *Jacob Haish* und *Joseph F. Glidden* ein und gleichzeitig mit ihnen die von *Isaac L. Ellwood* und *Charles Kennedy*, aber nur der zweitgenannte Erfinder hat sich auf die Dauer durchsetzen können.

Abb. 6. Stacheldraht nach *Michael Kelly* (1868)

Haish sowohl als *Glidden* benutzten den bereits von *Kelly* angewandten verdrillten Draht. Während *Haish* (Patent vom 22. Dezember 1873) einen S-förmigen Stachel verwandte, Abb. 7, der beide Adern des verdrillten Drahtes umschlingt, gebrauchte *Glidden* einen geraden Stachel, Abb. 8, der um eine Ader doppelt gewickelt ist (Patent vom 27. Oktober 1873). *Ellwood* erhielt ein Patent, das sich mit einem Patent von *Haish* deckte, während *Kennedy* das alte *Hunt*sche Patent etwas abänderte. Beide haben keine Bedeutung erlangt.

Abb. 7. Stacheldraht nach *Jacob Haish* (1873)

Glidden und *Ellwood* gründeten zusammen die Barb Fence Co. in De Kalb, um die Erfindung *Gliddens* auszubeuten. Der Stacheldraht wurde also nur im Westen der Vereinigten Staaten hergestellt. Die Firma Washburn & Moen Mfg. Co. wurde auf das neue Erzeugnis aufmerksam und trat zunächst in Unterhandlung mit *Jacob Haish*. Als dieser aber 200 000 Dollar für seine Erfindung forderte, ging der Vizepräsident der Firma, *Washburn*, prompt zur Barb Fence Co. und schloß mit dieser ein Abkommen, wonach gegen eine entsprechende Vergütung der Osten des Landes von der Washburn & Moen Mfg. Co. mit Stacheldraht beliefert wurde.

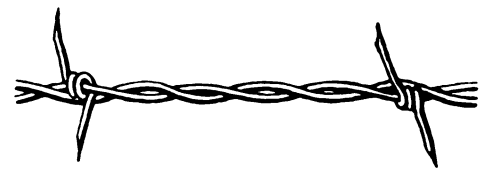


Abb. 8. Stacheldraht nach *Joseph F. Glidden* (1873)

Jacob Haish gründete im Jahre 1874 eine kleine Fabrik, um Stacheldraht nach seiner Erfindung herzustellen. Das Geschäft arbeitete zufriedenstellend. Aber noch immer hatte das Patentamt nicht entschieden, wem eigentlich die Priorität zustände. Ungefähr 20 Jahre tobte der Kampf zwischen der Glidden- und der Haish-Gruppe. Endlich am 29. Februar 1892 entschied sich das Patentamt für die erstere.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind folgende:

1. *Joseph F. Glidden* und *Jacob Haish* haben beide, unabhängig voneinander, den Stacheldraht erfunden und haben ihre Erfindungen entsprechend verwertet;

2. weder *Glidden* noch *Haish* waren die ersten, die Draht mit Stacheln und Dornen versahen; den ersten Gedanken hatten *Hunt*, *Smith* und *Kelly*.

Im Hauptgebäude des Patentamts zu Washington befindet sich eine Sammlung Patenturkunden von Erfindungen, die sich als sehr erfolgreich erwiesen haben. Es ist bezeichnend, daß in dieser Ruhmeshalle als einziges Stacheldrahtpatent das Patent Nr. 157 124 vorhanden ist, das *Joseph F. Glidden* am 24. November 1874 erteilt wurde.

H. Dickmann.

[10]) Merkwürdigerweise schrieb der verdienstvolle Forschungsreisende und Direktor des Stuttgarter Museums für Länder- und Völkerkunde Professor *Koch-Grünberg* im Jahre 1923 an den Verfasser: „Alle Preßschläuche, die ich im Gebrauch gesehen und heimgebracht habe, haben Längsflechtung. Sonst würden sie sich nicht zusammenziehen und pressen können." Für den Techniker bleibt diese Angabe vollständig unverständlich, und weil Professor *Koch-Grünberg* auch bald danach auf einer Forschungsreise in Brasilien verschied, so wird seine Ansicht wohl kaum jemals aufgeklärt werden können.

Digitized by Google

Über eine Urform von Lager- und Scharnierkonstruktionen. Als Scharnier oder auch als Lager kann man die technischen Gebilde bezeichnen, über deren einfachste Bauart hier in folgendem berichtet werden soll. Der Name ist deswegen nicht eindeutig festzulegen, weil die Bezeichnungsweise technischer Elemente besonders dort noch außerordentlich schwankt, wo es sich nicht um Ausführungen der Gegenwart, sondern um ursprüngliche Formen handelt, bei denen die einzelnen Teile noch nicht

Abb. 9. Deckelbefestigung an einem Köcher der Senoi (Halbinsel Malakka) nach *Martin*

so herausgearbeitet sind wie bei den heutigen vorgeschrittenen Bauarten.

Deswegen sei kurz erklärt, daß von Lagerungen die Rede ist, bei denen die Achse und der mit ihr etwa verbundene Körper nicht ständig umläuft, sondern nur eine schwingende Bewegung macht, wobei der zurückgelegte Bogen keineswegs einem vollen Kreis entspricht, sondern gewöhnlich unter 180° bleibt. Solche Gebilde werden, wenn sie nur kleine Abmessungen besitzen und keine großen Kräfte aufzunehmen haben, wie es z. B. bei der Dreheinrichtung von Kasten, Türen und Klappdeckeln der Fall ist, gewöhnlich als Scharnier bezeichnet. Bei größeren Ausführungen jedoch bildet man auch diese Teile als sorgfältig entworfene Lager aus. Der einfache Mechanismus, von dem hier die Rede sein soll, muß als eine der Ursprungsformen für beiderlei Bauarten angesehen werden, und deswegen ist die Benennung Scharnier oder Lager notwendig.

Eine Lagerung der technisch entwickelteren Form besteht aus zwei Teilen, dem Zapfen und dem Lagerkörper. Bei einer scharnierartigen, das heißt also nur schwingenden Bewegung wird sowohl der Lagerkörper als auch der Zapfen mit je einem anderen größeren Bauteil verbunden, so daß diese beiden Stücke gegeneinander schwenkbar sind. Bei den eigentlichen Klappdeckeln ist der Deckel, sowie auch der Teil, an dem letzterer sitzt, lagerartig ausgebildet und der Zapfen als drittes Konstruktionsstück hindurchgesteckt.

Unentwickelte Ausführungsformen solcher Lagerungen ersetzen nun die zwei Teile, Zapfen und Lager, die in kinematischer Beziehung als Elementenpaar aufzufassen sind, durch einen einzigen Bauteil, der zur Erzielung der Schwingungsbewegungen ständig hin und her gebogen wird. An früherer Stelle schrieb der Verfasser darüber: „Gut durchgebildete Scharniere treffen wir ziemlich frühzeitig an, wobei wir deren Entstehung fast immer aus einer ehemaligen Verbiegung der im Anfange noch aus

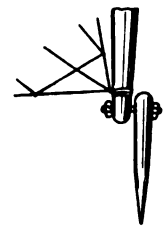


Abb. 10. Schwenkbar ausgebildetes Befestigungsstück einer Vogel-Klappfalle aus Hinterindien. (Naturhistorisches Staats-Museum zu Wien Ethnographische Abteilung, Signatur 80306)

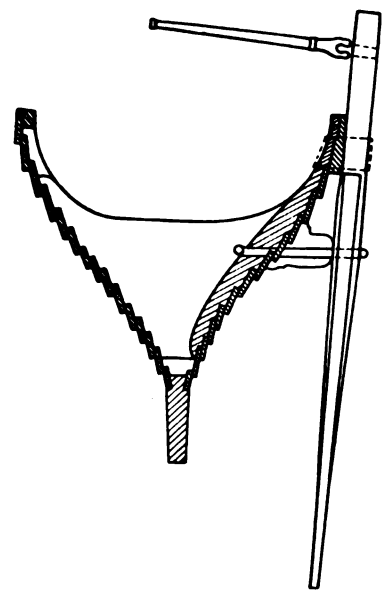


Abb. 11. Steuerruder des Gokstadbootes (9. Jahrh.) nach *Walther Vogel*, Geschichte der deutschen Seeschiffahrt. Berlin 1915

einem Stücke bestehenden Teile ableiten können. So wird die Bewegung, die anfangs den Baustoff weit über die Elastizitätsgrenze beansprucht — wobei, wie wir heute wissen, bei genügend häufiger Wiederholung leicht ein Bruch herbeigeführt werden kann — in eine höhere Art übergeleitet, indem man das früher einteilige Stück nun in zwei Teile zerlegt . . .[11])."

Ein Beispiel für die Entwicklung solcher Gebilde gibt die Befestigung des Köcherdeckels am Köcher bei den Senoi[12]), einem primitiven Inlandstamme der malaiischen Halbinsel, Abb. 9. Die Verbindung der beiden Teile besteht aus einer einfachen geflochtenen Schnur, die nicht allzu kurz ist. Von einer scharnierähnlichen Ausbildung der ganzen Bauart kann keine Rede sein; die Verbindung der beiden Stücke stellt nichts anderes als ein wirksames Mittel gegen den Verlust des Deckels dar.

Die Weiterentwicklung dieser Bauform haben wir uns nun so vorzustellen, daß die Schnur allmählich verkürzt wird, bis der Deckel nicht mehr vollständig vom Gefäß abgelöst, sondern nur noch aufgeklappt werden kann. Die Schnur oder der Rohrstreifen wird nun zwischen Gefäß und Deckel nicht einmal, sondern mehrere Male hin und her geführt, wie man es bei volkstümlichen Ausfüh-

[11]) *Horwitz*, „Die Entwicklung der Traglager samt einer Geschichte der Schmiermittel, der Schmiermittelvorrichtungen und der Reibungstheorien", Berlin 1916, S. 1.
[12]) *R. Martin*, „Die Inlandstämme der Malayischen Halbinsel", Jena 1905, S. 765, Abb. 112b.

Digitized by Google

rungen von Deckelkörben in Europa und anderen Weltteilen beobachten kann. Stellt man schließlich Gefäß und Deckel aus festerem Material, als aus Geflecht, z. B. aus Holz oder Metall her, so werden die beiden Teile anfangs durch zwei, gewöhnlich aus Metall angefertigte Ösen und später durch ein richtig ausgebildetes Scharnier verbunden. Wir sehen also, daß der Übergang von der losen Schnur bis zum vollendeten Elementenpaar stetig und lückenlos vorliegt.

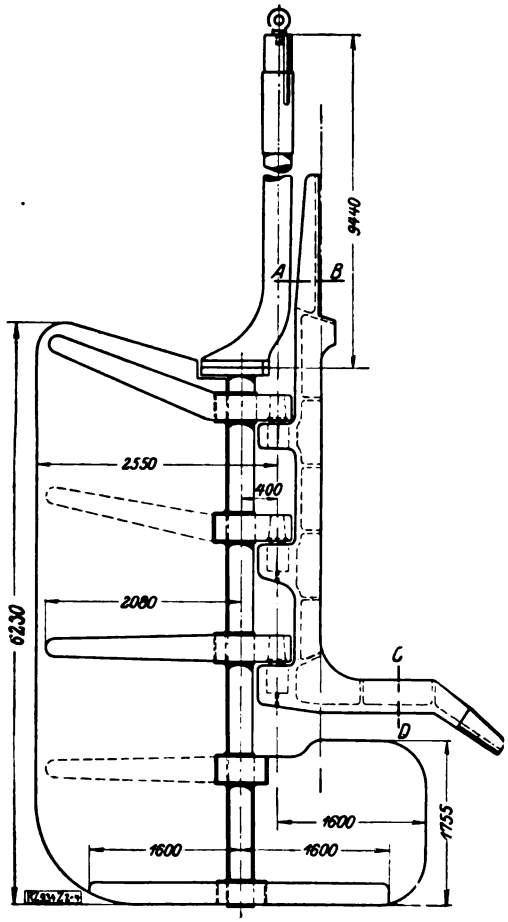


Abb. 12. Großes neuzeitliches Steuerruder mit sorgfältig ausgebildeten Lagern vom Doppelschrauben-Motorschiff „Weißenfels" 1925 erbaut von der Firma Joh. C. Tecklenborg A.-G., Bremerhaven-Geestemünde

Ein andres Beispiel einer solchen unentwickelten Bauart bildet die Lagerung einer syrischen Vogelklappfalle[13]). An den unteren Enden der senkrechten Stäbe der Falle befinden sich ganz einfache kurze Schnüre, deren freie Enden in die Erde eingegraben werden. Die nachgiebige Schnur gestattet dann ein leichtes Hinundherschwenken dieser Stäbe. Wie bei einer solchen, unter reichlicher Mithilfe von Seilmaterial hergestellten Falle diese Bauform in eine richtige Lagerkonstruktion übergeführt wird, zeigt Abb. 10. Der Zapfen besteht allerdings auch hier noch aus einem biegsamen Material.

Weit bemerkenswerter ist jedoch die Bauart, die bei der Verbindung des Steuerruders mit dem Schiffskörper am Gokstadboote Verwendung fand, Abb. 11. Dieses Wikingerfahrzeug, das etwa aus dem 9. Jahrhundert stammt, wurde 1904 in Norwegen ausgegraben. Hier wird das seitliche Steuerruder oben durch eine halslagerartige Einrichtung, die aus einem Band oder Tau und zwei an der obersten Schiffsplanke angebrachten Leisten besteht, unten am Blatt dagegen durch ein Stück Tau oder Weidenrute gehalten, das sowohl im Ruder als auch in einem aus der Schiffswand hervorstehenden Holzklotz befestigt ist. Es wird also auch hier das Drehpaar durch ein biegsames Gebilde, ganz ähnlich wie bei dem Köcherdeckel und bei den Fallenschnüren, ersetzt. Jede Drehung ruft eine Verbiegung dieses vollkommen nachgiebigen Stückes hervor, die unter Umständen recht bedeutend werden kann. Das nebenstehende Bild, Abb. 12, das die Einzelheiten der Lagerung eines großen neuzeitlichen Steuerruders wiedergibt, zeigt den gewaltigen Unterschied zwischen der ursprünglichen und der Endausführung dieser Entwicklungsreihe.

Hugo Th. Horwitz.

[13]) „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Bd. 14, Berlin 1924, S. 88.

Aus der Geschichte der Transformatorenbleche machte *H. A. Klein* anläßlich des 50jährigen Bestehens der Firma Capito & Klein, A.-G., Benrath, einige bemerkenswerte Mitteilungen (St. u. E. 46, 1926, S. 1052/4). Den Anstoß zu der Herstellung hochsilizierter Bleche gab Prof. *E. Gumlich* von der physikalisch-technischen Reichsanstalt, im März 1902, als er der Firma Capito & Klein eine Abhandlung über die magnetischen Eigenschaften von Legierungen des Eisens mit Aluminium und Silizium zusandte. Die genannte Firma griff diesen Gedanken sofort auf und trat an verschiedene Stahlwerke heran, um einen geeigneten Stahl zu erhalten. Die damaligen hohen Kosten des Aluminiums schlossen eine Verwendung dieses Stoffes aus, und man entschied sich daher zunächst, Versuche mit Siliziumlegierungen zu machen. Die Stahlwerke lehnten indes die Lieferung derartiger Stahlsorten ab, deshalb ging die Firma Capito & Klein dazu über, Versuche mit einem im Tiegelofen hergestellten Stahl zu machen. Dieser Stahl ließ sich zwar walzen, aber der Preis war ungewöhnlich hoch, so daß an ein wirtschaftliches Arbeiten nicht zu denken war.

Da auch die Engländer schon nach dieser Richtung hin Versuche gemacht hatten, hoffte man in England einen geeigneteren Stahl zu bekommen, aber auch diese Versuche schlugen fehl. Im Jahre 1904 erklärte sich dann die Firma Friedrich Krupp, A.-G., Essen, bereit, einen Stahl mit hohem Siliziumgehalt im Siemens-Martin-Ofen herzustellen. Der Stahl enthielt: $C = 0{,}08$ vH, $Si = 3{,}45$ vH, $Mn = 0{,}38$ vH, $P = 0{,}031$ vH, $S = 0{,}010$ vH, $Cu = 0{,}06$ vH.

Nach einigen Versuchen ließ sich dieser Stahl sehr gut walzen, und man konnte daran denken, größere Mengen desselben herzustellen. Da auch die magnetischen Eigenschaften die beabsichtigten günstigen Ergebnisse zeigten, so war damit ein Rohstoff gefunden, der zunächst befriedigte. Die hergestellten Bleche wurden unter dem Namen „legierte Bleche" auf den Markt gebracht.

Anfänglich verhielten sich die Elektrizitätswerke der Neuerung gegenüber ablehnend, bis die Firma Heinrich Geist in Köln, der eine Anzahl Transformatoren wegen zu hoher Verluste nicht abgenommen waren, durch die nachträgliche Verwendung von legierten Blechen diese Verlustziffern auf ein erträgliches Maß herunterdrücken konnte und infolgedessen einen glatten Absatz für ihre Transformatoren fand. Mitte 1905 begann auch die A.-E.-G. die legierten Bleche in größerem Umfange zu verwenden und sicherte sich den größten Teil der Erzeugung der Firma Capito & Klein. Bald folgten auch andere Stahlwerke mit der Herstellung dieser Bleche, so daß im Jahre 1912 Erzeugung und Verbrauch auf mehr als 8000 t gestiegen war.

Heute ist man so weit, daß man Bleche mit Eisenverlusten von 1,3 W/kg einwandfrei herstellen kann. Zur Zeit werden nach einer Schätzung von *M. Jakob* (V. d. I.-Nachrichten vom 17. 12. 1924) rund 50 Millionen Mark jährlich in Deutschland durch Verwendung silizierter Bleche gespart.

H. Dickmann.

Zum fünfzigjährigen Jubiläum des Fernsprechers. In Amerika hat man im vorigen Jahre das fünfzigjährige Jubiläum des Telephons festlich begangen; als sein Erfinder wurde *Alexander Graham Bell* sehr gefeiert. Der Tag, an dem Bells noch unvollkommener Apparat zum ersten Male gesprochene Worte übertragen haben soll, der 16. März 1876, wurde als der Geburtstag des Telephons angegeben.

Im Herbst 1927 kann das Telephon auch in Deutschland auf eine fünfzigjährige Anwendung im Nachrichtenverkehr zurückblicken. Am 24. Oktober 1877 gelangten die ersten Telephone *Bell*scher Bauart in den Besitz der Reichspostverwaltung; am gleichen und an den folgenden Tagen wurden auf verschiedenen Telegraphenlinien erfolgreiche Versuche damit angestellt; am 5. November 1877

Digitized by Google

wurde das Generalpostamt in Berlin mit dem Generaltelegraphenamt durch eine Dienstleitung telephonisch verbunden, und am 12. November 1877 wurden auf Veranlassung des Generalpostmeisters *Stephan* auf den Postämtern Friedrichsberg und Rummelsburg bei Berlin die ersten Telephone dem öffentlichen Nachrichtenverkehr übergeben. Sie dienten dort, wie in den nächsten Jahren auch anderswo, zunächst lediglich zur Übermittlung von Telegrammen und ermöglichten es dadurch, auch Orte mit geringem Verkehr, für die sich die Errichtung eigener Telegraphenämter nicht lohnte, an das deutsche Telegraphennetz anzuschließen. Obwohl *Stephan* schon damals mit weitschauendem Blick die zukünftige Bedeutung des Fernsprechers erkannte und seine Anwendung zum Betriebe von Orts-Fernsprechnetzen anstrebte [14]), dauerte es noch einige Jahre, bis sich das Bedürfnis danach geltend machte. Als im Sommer 1880 die Reichspostverwaltung von sich aus auf die Errichtung solcher Ortsnetze hinzuarbeiten begann, fand sie mit ihren Bemühungen zunächst in der Öffentlichkeit nicht viel Verständnis. Nur mit Mühe und Not gelang es *Stephan* und *Rathenau,* dem späteren Begründer der AEG, der damals von der Post mit der Werbung von Teilnehmern beauftragt war, 8 Berliner Firmen für den Anschluß an das erste deutsche Ortsfernsprechamt zu gewinnen, das dann am 12. Januar 1881 in Berlin in Betrieb genommen wurde. Heute bestehen in Deutschland 7259 Ortsfernsprechnetze mit 1 650 000 Haupt- und 993 000 Nebenanschlüssen [15]). Am 1. Januar 1925 gab es in der ganzen Welt über 26 Millionen an öffentliche Netze angeschlossene Fernsprecher.

Als der Schöpfer des für unser heutiges Wirtschaftsleben unentbehrlich gewordenen Fernsprechwesens hat ohne Zweifel *Alexander Graham Bell* zu gelten; seiner durch günstige äußere Verhältnisse unterstützten Tatkraft und dem Unternehmungsgeist seiner Mitarbeiter ist es in erster Linie zu danken, daß das Telephon so rasch seinen Siegeszug über die Welt antreten konnte. Die Frage nach dem Erfinder des Telephons dagegen ist weit schwieriger zu beantworten; denn Amerikaner, Deutsche, Franzosen und Italiener beanspruchen für einen oder mehrere ihrer Landsleute den Ruhm, „der" Erfinder des Telephons zu sein. Die Entscheidung in dem Streit, der nun schon 50 Jahre alt ist, wird immer stark von persönlichen Einflüssen und insbesondere von der Auslegung des Begriffs „Erfindung" abhängig sein. Wichtiger als die Frage nach der Person des Erfinders jedoch ist vom technisch geschichtlichen Standpunkt aus letzten Endes die nach dem Werdegang des Telephons, das wie so viele grundlegende technische Neuerungen nicht in einem Guß, sondern in mehreren Stufen entstanden ist.

Dieser Gedanke liegt auch der ausgezeichneten kleinen Schrift „Das Telephon und sein Werden" zugrunde, die *A. Rotth* aus Anlaß des 50jährigen Jubiläums des Fernsprechers geschrieben hat [16]). Der durch mehrere andere geschichtliche Arbeiten bekannte Verfasser untersucht hier mit den Augen des Physikers die verschiedenen Einflüsse, die auf die Entstehung und Weiterentwicklung des Telephons fördernd oder hemmend eingewirkt haben, vergleicht und kritisiert das, was von den einzelnen Erfindern erreicht wurde und schält heraus, was an physikalischen Tatsachen ihren Leistungen zugrundeliegt. Bei der Erörterung der Verdienste von *Philipp Reis,* den wir Deutsche im allgemeinen als den Erfinder des Telephons bezeichnen, kommt er auf Grund physikalischer Überlegungen zu dem Ergebnis, daß der von *Reis* im Jahre 1861 im Physikalischen Verein zu Frankfurt vorgeführte Apparat bei richtiger Einstellung nicht nur zur Übertragung von Tönen, wie vielfach behauptet worden ist, sondern auch zur Wiedergabe gesprochener Worte durchaus geeignet war. Besonders wichtig ist, daß *Reis* schon damals die heute noch in der Fernsprechtechnik allgemein übliche Übertragungsweise anwandte, bei der die Schallenergie auf der Gebestelle lediglich zum Steuern der auf der Empfangsstelle wirksam werdenden elektrischen Energie benutzt wird. Diese erneute Feststellung, die von *Feyerabend* bei seinem Vortrag in Kiel an genauen Nachbildungen der *Reis*schen Apparate durch Versuche bestätigt wurde, ist im gegenwärtigen Augenblick umso bedeutungsvoller, als im gesamten englisch sprechenden Auslande im vorigen Jahre bei den Jubiläumsfeiern und auch in größeren englischen Arbeiten der letzten Jahre über die Geschichte des Fernsprechwesens [17]) *Philipp Reis* kaum erwähnt worden ist. *Reis'* Apparate waren zwar für die allgemeine Einführung noch nicht geeignet; trotzdem aber dürften sie für die weitere Entwicklung von nicht zu unterschätzender Bedeutung geworden sein, da mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß *Bell* und andere sie gekannt haben und bei ihren eigenen Arbeiten dadurch beeinflußt worden sind.

Kann man *Reis* also mit Fug und Recht als den Erfinder des ersten Telephons bezeichnen, so gebührt *Bell* insbesondere das Verdienst, dem Fernsprecher seine außerordentlich einfache auch für Laienhände geeignete Form gegeben und seine allgemeine Einführung in die Praxis ermöglicht und herbeigeführt zu haben. An grundlegenden Neuerungen freilich, wenigstens solchen von längerer Dauer, findet *Rotth* bei strenger Kritik nur wenig bei *Bell.* Der Hauptpunkt seines amerikanischen Patentes Nr. 174 465 vom 7. März 1876, die Anwendung von Wellenströmen, war durch *Reis,* wenn auch vielleicht unbewußt, schon vorweggenommen. Neu war besonders die Benutzung von Induktionsströmen zur elektrischen Kupplung von Geber und Empfänger, die ohne fremde Stromquelle durch die schwingende Membran des Gebers erzeugt wurden; aber diese Anordnung ist sehr bald wieder aufgegeben worden. Auch die ganz gleiche Form von Geber und Empfänger ist längst verlassen. Als Geber dient heute allgemein das eine Hilfsstromquelle steuernde Mikrophon, als dessen erste Form der *Reis*sche Geber angesehen werden kann und dessen Wirkungsweise 1878 von *Hughes* zum ersten Male richtig erkannt und wissenschaftlich behandelt worden ist. Nur der *Bell*sche Empfänger hat sich, wenn auch in verbesserter Form, bis heute erhalten.

Rotth gibt in seinem Buche, das man als ein Muster technisch geschichtlicher Darstellung bezeichnen kann, weiterhin zahlreiche Vergleiche zwischen den Leistungen der einzelnen Erfinder und greift ständig auf die physikalischen Grundlagen ihrer Arbeiten zurück. *Reis, Hughes* und *Bell* gelten ihm als die wichtigsten Pioniere der Fernsprechtechnik. *Schn.*

Die Gründung der Duisburger Kupferhütte. (Zum fünfzigjährigen Bestehen des Werkes.) Zur Darstellung der Schwefelsäure, die für die Durchführung vieler chemisch-industrieller Verfahren gar nicht entbehrt werden kann, nahm man bis in die dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts hinein fast ausschließlich freien Schwefel, der in Sizilien gewonnen wurde. Die Errichtung eines Monopols für sizilianischen Schwefel im Jahre 1838 lenkte jedoch die Schwefelverbraucher auf den in den Schwefelkiesen (Pyriten) enthaltenen Schwefel hin. Durch frühere Versuche der Franzosen *Perret* und Sohn in Chessy (Frankreich), sowie gleichzeitig von *J. Brem* in Lukawitz (Böhmen) und *Wehrle* in Nußdorf bei Wien war bereits die Durchführbarkeit der Schwefelsäuregewinnung mit Hilfe von Schwefelkiesen bewiesen worden. Wie sehr man damals darauf bedacht war, durch Verwertung dieser Pyrite das Monopol zu umgehen, zeigt, daß man in England innerhalb eines Jahres nach der Monopolisierung des freien Schwefels fünfzehn Patente für die Gewinnung von schwefliger Säure aus Pyriten nahm. Die Folge davon war, daß das sizilianische Monopol sehr bald wieder abgeschafft wurde; aber die Erkenntnis, daß es auch ohne den freien Schwefel ginge, veranlaßte doch die Schwefelverbraucher, die Verwendung des Pyritschwefels im Auge zu behalten. Daneben ließen die Besitzer der Pyritgruben es sich angelegen sein, die Verwertung der Pyrite zunächst durch niedrige Preise zu fördern. Die deutschen Schwefelkiesgruben in Westfalen und Schlesien wurden in den fünfziger und sechziger Jahren erschlossen.

Im Laufe der Zeit stellte sich aber mehr und mehr heraus, daß diese Gruben nicht in der Lage waren, den Bedarf der chemischen Industrie in Schwefel zu decken, und daß der deutsche Schwefel gegenüber dem englischen zu teuer war. Da die Engländer keinerlei nennenswerte Schwefelquellen im eigenen Lande besaßen, so waren sie

[14]) Vgl. *Grosse, Oskar:* 40 Jahre Fernsprecher. Berlin: Springer 1917.

[15]) Vgl. den Vortrag von Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. *Feyerabend:* „50 Jahre Fernsprecher in Deutschland", ETZ, 1927, S. 906–916.

[16]) *Rotth, A.:* Das Telephon und sein Werden. Berlin: Springer 1927.

[17]) Vgl. z. B. *Kingsbury, J. E.:* The Telephone and Telephone Exchanges, London 1915, und *Baldwin, F. G. C.:* The History of the Telephone in the United Kingdom. London 1925.

Digitized by Google

von vornherein auf die Einfuhr ausländischer Schwefelkiese angewiesen, und zwar bezogen sie diese aus Spanien und Portugal. Diese Kiese enthielten neben Schwefel (46 bis 50 vH) noch Kupfer (2 bis 4 vH) und Eisen (43 bis 46 vH). Um den Schwefel zu verbilligen, waren die Engländer dazu übergegangen, das in den Kiesen enthaltene Kupfer zu extrahieren und das bei der Laugerei übrigbleibende Eisenerz, purple ore oder Purpurerz genannt, als Rohstoff an die Eisenhütten zu verkaufen. Dadurch verbilligten sie den Schwefel derart, daß er ungefähr die Hälfte desjenigen Preises kostete, den die deutsche chemische Industrie für den deutschen Schwefel ausgeben mußte.

Die Schwefelfrage war für die chemische Industrie in den Jahren nach dem siegreich beendeten Kriege 1870/71 außerordentlich brennend geworden. Gerade damals versuchten die deutschen Schwefelkiesgruben infolge des gesteigerten Bedarfs der chemischen Industrie ständig wachsende Preise zu erzielen, und als Abwehrmaßnahme gegen diese Preissteigerungen entschlossen sich zunächst niederrheinische, später auch oberrheinische chemische Industrielle, zu beraten, ob es möglich sei, den für die chemische Industrie notwendigen Schwefel durch den Bezug spanischer oder portugiesischer Pyrite zu verbilligen, wenn man diese in der gleichen Weise, wie die Engländer es taten, noch auf Kupfer und Eisenerz verarbeitete. Zu diesem Zwecke war es notwendig, ein besonderes Werk zu errichten, worin nach erfolgter Abröstung des Schwefels von seiten der Schwefelsäurehersteller die verbleibenden Abbrände verarbeitet wurden.

Die erste Zusammenkunft der beteiligten Kreise fand im Frühjahr 1876 in Koblenz statt. Es war anwesend je ein Vertreter der Firmen: Georg Carl Zimmer (Mannheim), Dr. Georg Frank (Küppersteg), Matthes & Weber (Duisburg), Wöllner & Co. (Riehl bei Köln), Fr. Curtius (Duisburg) und Carl Ludwig Wesenfeld (Barmen). Man kam damals überein, daß man zunächst einmal genau untersuchen wollte, ob es wirtschaftlich möglich sei, den gedachten Plan durchzuführen. Auf der zweiten dieser Zusammenkünfte am 12. Juni 1876 erstattete der Mitbesitzer der Firma Matthes & Weber in Duisburg, der spätere Geheimrat *Julius Weber*, ein Gutachten, in dem er nachwies, daß die Errichtung eines Kupferextraktionswerkes technisch möglich und dessen Betrieb wirtschaftlich durchzuführen sei. An den weiteren Verhandlungen beteiligten sich auch noch die bedeutenderen oberrheinischen chemischen Fabriken, die ebenfalls diesem Plane zustimmten. Man kam schließlich überein, in Duisburg auf einem zunächst gemieteten Gelände, das der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen gehörte, ein Kupferextraktionswerk zu begründen.

Die Gründung des Werkes, der „Duisburger Kupferhütte", wurde am 1. November 1876 vollzogen. Die 330 Aktien des auf M. 660 000.— lautenden Aktienkapitals wurden von den zehn Aktionären: Verein chemischer Fabriken (Mannheim), Badische Anilin- und Sodafabrik (Ludwigshafen), Chemische Fabrik Griesheim (Frankfurt a. M.), Gebr. Giulini (Ludwigshafen), Fr. Curtius (Duisburg), Matthes & Weber (Duisburg), Dr. G. Frank (Küppersteg), Wöllner & Co. (Riehl bei Köln), Ph. Kayser (Barmen) und Schrimpff & Schültgen (Iserlohn) übernommen, und zwar im Verhältnis des Bedarfes an Schwefelkies, den die einzelnen Firmen aufzuweisen hatten. Der Geschäftsgang des neuen Unternehmens spielte sich folgendermaßen ab:

Die Aktionäre meldeten ihren voraussichtlichen Jahresbedarf an Schwefelkies bei der Duisburger Kupferhütte an. Diese schloß entsprechende Verträge mit den ausländischen Kiesgruben ab und sandte im Laufe des Jahres die geforderten Kiesmengen an die einzelnen Aktionäre, die die Kiese abrösteten und die Abbrände der Kupferhütte wieder zukommen ließen; dort geschah dann die weitere Verarbeitung.

In den Aufsichtsrat der Duisburger Kupferhütte wurden gewählt: *Julius Curtius*, Duisburg; *Friedrich Engelhorn*, Ludwigshafen; *Carl Gundelach*, Mannheim; *Ludwig Goeckel*, Frankfurt; Dr. *Georg Frank*, Küppersteg. Als Vorstand wurden bestellt *Julius Weber* und Dr. *C. Fabian* in Duisburg. Mit dem Ausbau des Werkes wurde sofort nach der Gründung des Unternehmens begonnen. Den Plan der ersten Anlage zeigt Abb. 14. Danach wurden die meist auf dem Wasserwege zugeführten Abbrände mittels des Dampfkranes *A* in die auf der schiefen Ebene *B* laufenden Wagen umgeladen. Die beladenen Wagen wurden mit Hilfe der in *C* stehenden Fördermaschine auf die Höhe der Bühne *D* gezogen und über die Gleise *E* in die Lagerräume *F* gefördert, um dort entleert zu werden. Unter Zusatz von 7—15 vH Kochsalz wurden dann die Abbrände mittels des Quetschwerkes *G* zerkleinert und durch ein Paternosterwerk in den Siebturm *H* gehoben und dort gesiebt. Das gesiebte Gemisch fiel in untenstehende Trichterwagen und wurde auf einer über den Öfen liegenden Bahn den Röstöfen *K* zugeführt. Die bei der Röstung entstehenden Gase gelangten durch den im Boden liegenden Kanal *L* in die Kondensationstürme *M*. Die nicht ausgewaschenen Bestandteile des Gasstromes wurden in den 63 m hohen Kamin *N* durch den Abzugskanal *O* geleitet. Die Entleerung der Öfen *K* fand nur nach einer Längsseite *P* statt. Das gezogene Röstgut fiel in unter den Entleerungstüren angebrachte geschlossene Kühlräume, die wiederum mit dem Kanal *L* in Verbindung standen, um die noch etwa aus dem Röstgut entweichenden Gase dem Kondensationsturm zuzuführen. Mit der Bahn *Q* und der bei *R* angebrachten Hebevorrichtung wurde das Röstgut in die Laugenkästen *S* geschafft. Die entstehenden Laugen wurden, damit das Natriumsulfat auskristallisieren konnte, in tiefer stehende Kästen *T* abgelassen und die verbleibende Lauge mittels Dampfinjektoren in die Kupferfällbottiche gehoben. Nach erfolgter Ausfällung des Kupfers wurden die Laugen zur Gewinnung des Eisenvitriols in die Bottiche *V* gebracht. Die dann noch verbleibende Mutterlauge wurde abgezogen und entweder zum Auslaugen neuen Röstgutes benutzt oder, falls ein Überfluß davon vorhanden war, mittels des Abflußkanals *W* dem Rhein zugeführt.

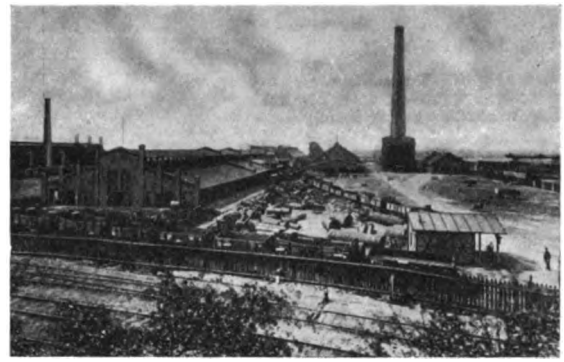


Abb. 13. Ansicht der ersten Anlage der Duisburger Kupferhütte 1877 (nach einer zeitgenössischen Photographie)

Während der Bauzeit dieser Anlage kam bei der Firma Matthes & Weber eine Versuchsanlage in Betrieb, die bis Ende 1876 etwa 3000 Zentner Abbrände verarbeitete. Die Anlage ergab selbst unter Berücksichtigung ihres beschränkten Umfanges zufriedenstellende Ergebnisse und bewies bereits im kleinen, daß die Grundlagen, auf der die Duisburger Kupferhütte aufgebaut wurde, richtig waren. Vergleiche mit englischen Zementkupferproben bewiesen die unbedingte Gleichwertigkeit des in der Versuchsanlage erzeugten Kupfers. Was die Ausbeute an Schwefelsäure aus spanischen Kiesen anbelangt, so ergab die Versuchsröstung auf dem Werk von Friedrich Curtius in Duisburg, daß sich der spanische gegenüber dem deutschen Kies verhielt wie 100 : 83, daß also auch für die Schwefelsäurefabriken, ganz abgesehen von dem wirtschaftlichen Nutzen der Kupferextraktion, ein nicht geringer Vorteil in der Verwendung der spanischen Kiese lag.

Als Lieferantin für den Schwefelkies kamen zunächst die Firmen Mason & Barry und die Rio Tinto Co., beide in London, in Betracht. Die genannten Firmen lieferten die Kiese nach Rotterdam, dort wurden sie in Flußkähne umgeschlagen und den einzelnen chemischen Fabriken auf dem Wasserwege zugeführt. Sehr bald wurde es schon notwendig, neue Verträge mit den Kieslieferanten abzuschließen, da der Bedarf der Aktionäre von Jahr zu Jahr stieg. Als alleinige Lieferantin trat seit Mitte der achtziger Jahre die Rio Tinto Co. auf, die in Deutschland durch die Firma Ertel Bieber & Co. vertreten wurde. Diese Firma errichtete um 1880 auch ein Kupferextrak-

Digitized by Google

tionswerk, die „Kupferhütte Hamburg", die die Schwefelkiesabbrände der mit ausländischen Schwefelkiesen versorgten Schwefelsäurefabriken Hamburgs und der nächsten Umgebung auf Kupfer und Purpurerz verarbeitete. Die Einrichtung der „Kupferhütte Hamburg" übernahm die Duisburger Kupferhütte, die entsprechende Gegenleistungen dafür erhielt. Zwischen den beiden Kupferhütten wurde der Austausch der Betriebserfahrungen vereinbart und der Absatz des erzeugten Kupfers und Purpurerzes geregelt.

Der Röstofenbetrieb der Duisburger Kupferhütte arbeitete anfänglich mit sechs von Hand bedienten Öfen, die bis zu 48 t täglich durchsetzen konnten. Die Öfen waren Muffelöfen. Ihre Zahl mußte von Jahr zu Jahr entsprechend dem wachsenden Kiesbedarf der Aktionäre erhöht werden. Einige Jahre vor dem Weltkriege wurden sie durch mechanische Röstöfen ersetzt. Hand in Hand mit der Vergrößerung der Röstofenanlage ging natürlich auch die der Laugerei.

noch, daß die pulvrige Form manche Hütte davon abhielt, das Purpurerz auch nur zu einem Bruchteil ihrem Möller zuzusetzen. Infolgedessen dachte man schon rechtzeitig daran, das Eisenerz in stückige Form überzuführen. Jedoch schlugen alle diese Versuche fehl, da keines der damaligen Verfahren technisch und wirtschaftlich vollkommen war. Infolgedessen ging die Duisburger Kupferhütte Mitte der neunziger Jahre dazu über, Versuche anzustellen über die Verhüttung von pulvrigem Purpurerz in kleinen Hochöfen. Diese Versuche hatten Erfolg, und so wurde im Jahre 1896 mit dem Bau eines Hochofenwerkes begonnen. Das erzeugte Roheisen war infolge seiner niedrigen Gehalte an Mangan und Phosphor und seines verhältnismäßig niedrigen Silizium- und Schwefelgehaltes ein ausgezeichneter Ersatz für das bisher von den deutschen Tempergießereien gebrauchte schwedische und englische Roheisen. Auch fand es nach und nach Eingang als Sonderroheisen zu Erzeugung von feuer- und säurebeständigem Guß.

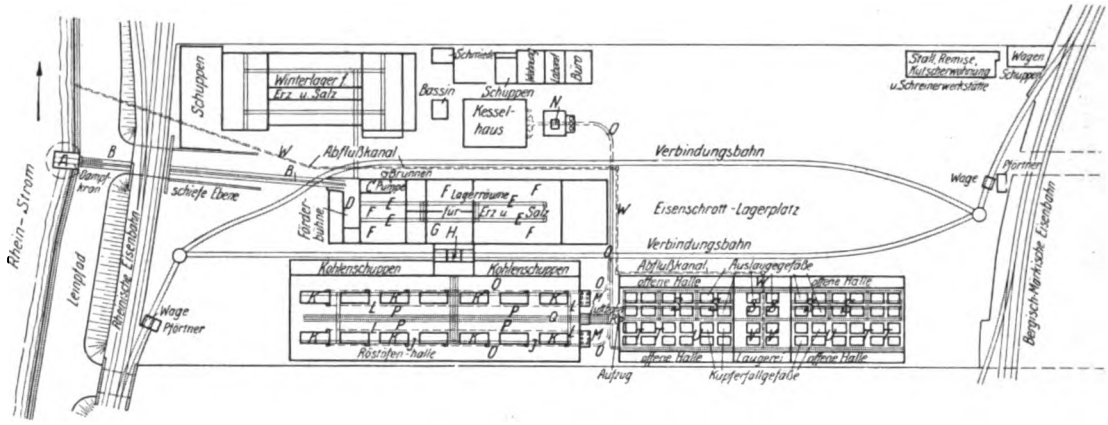


Abb. 14. Plan der ersten Anlage der Duisburger Kupferhütte aus den Jahren 1876 bis 1877

Das von der Duisburger Kupferhütte erzeugte Zementkupfer erwarb sich sehr bald durch seine Reinheit einen guten Namen und fand, trotz der gegen Ende der siebziger Jahre zurückgehenden Preise, guten Absatz. Jedoch machten sich Schwierigkeiten bemerkbar hinsichtlich des Unterschiedes zwischen dem Einkaufspreis des Kupfers in den Kiesen und dem jeweiligen Verkaufspreise. Dieser Umstand veranlaßte die Duisburger Kupferhütte, das gewonnene Zementkupfer selbst zu raffinieren, um es als Raffinadekupfer zu einem besseren Preise auf den Markt zu bringen. Die Raffinerie hatte anfänglich Schwierigkeiten zu überwinden, jedoch arbeitete sie sehr bald einwandfrei und erzeugte ein Raffinadekupfer, das gern gekauft wurde.

Die erzeugte Menge Purpurerz wurde wegen des niedrigen Phosphorgehaltes zur Herstellung von Bessemer-Roheisen von den Eisenhütten glatt übernommen. Als jedoch das Thomas-Verfahren sich immer mehr ausbreitete, erwuchs dem Purpurerz in den phosphorreichen Minetten, die in Elsaß-Lothringen gewonnen wurden, ein Konkurrent, der von Jahr zu Jahr mächtiger wurde. Hierzu kam

Das Wachstum des Werkes in den fünfzig Jahren seines Bestehens wird am besten durch die jeweiligen Belegschaftsziffern gekennzeichnet. Es wurden beschäftigt: 1877: 56, 1880: 136, 1890: 320, 1900: 715, 1910: 861, 1913: 916, 1926: 1480 Arbeiter; dazu noch 193 Angestellte. Die Duisburger Kupferhütte hat in den letzten 15 Jahren eine vollkommene Neugestaltung durchgemacht, die am stärksten in den Nachkriegsjahren in die Erscheinung trat. Nicht nur die Kupferhüttenbetriebe wurden leistungsfähiger ausgestaltet und ihre Wirtschaftlichkeit durch Angliederung neuer Betriebe erhöht, sondern auch die Verwertung des Eisenerzes wurde verbessert. Statt des Feinerzes wird heute das in einer leistungsfähigen Sinteranlage gewonnene Agglomerat verhüttet. Infolge der Verwendung des Stückerzes konnte man zu größeren Hochofeneinheiten übergehen. Hand in Hand mit der Ausgestaltung der metallurgischen Betriebe ging auch die der Kraftversorgung des Werkes, die nach neuzeitlichen wärmewirtschaftlichen Gesichtspunkten vorgenommen wurde.

H. Dickmann.

Digitized by Google

L I T E R A T U R S C H A U [1)]

Abwärme. Bansen, H.: Die geschichtliche Entwicklung der Abwärmeteilung. *St. u. E.*, Jg. 1925, S. 1276, 1856, Jg. 1926, S. 47, 112 Z

Ägypten, Ind.-Gesch. s. Glas, Wasserbau

AEG s. Turbine

Agricola. Darmstaedter, E.: Georg Agricola 1494 bis 1555. *Münchener Beitr. z. Gesch. u. Lit. d. Naturwissensch. u. Med. H. 1.* München: Verl. d. Münchener Drucke 1926. 96 S., 11 Abb., 1 Bildn. B

Altertum s. Bergarbeiter, Seewesen, Wasserbau

Amerika, Ind.-Gesch. Kaempfert, Waldemar: Bahnbrechende Erfindungen in Amerika u. Europa. Gesch. ihrer Entstehung u. ihrer Schöpfer. Berlin: Mosse 1927. 430 S., 230 Abb. B

— Wells, L. R.: Industrial history of the United States. New York: The Macmillan Comp. 1926. 614 S., zahlr. Abb. B

— s. a. Chemie, Eisenbahn, Erfindungen, Gas, Gießerei, Industriemagnaten, Ingenieurverein, Lokomotive, Werkzeugmaschinen

American Society of Eng. s. Ingenieurverein

Anilin. Schlenk, O.: Die Entdeckung des Anilins vor 100 Jahren. *Zs. f. angew. Chem.*, Jg. 1926, S. 757—759 Z

Apotheke. Ferchl, Fritz: Die Stattappotecken. Stuttgart: Wissensch. Verlagsges. m. b. H. 1927. × B

— Ferchl, F.: Münchens älteste Apotheke. Geschichte der Schützenapotheke von den Anfängen bis zur Jetztzeit. Stuttgart: Wissensch. Verlagsges. m. b. H. × B

Archimedes s. Mathematik

Architekt. Kloeppel, O.: Der Architekt und die Geschichte. Rede, gehalten zur Feier der Rektoratsübergabe an der T. H. Danzig am 1. Juli 1926. Danzig 1926. 20 S., 6 Taf. B

Aluminium. Bjerrum, Niels: Die Entdeckung des Aluminiums. *Zs. f. angew. Chem.*, Jg. 1927, S. 316—317 Z

— Edwards, J. David: Fifty Years' Progress in Aluminium. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926. S. 922—924, 1 Bildn. Z

— Groeck, H.: Hundert Jahre Aluminium. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 2 Z

— 100 Jahre Aluminium. *Zs. f. Metallkunde*, Jg. 1927, S. 1—40, 30 Abb. Z

Augsburg s. Deutschl. Ind.-Gesch.

Autodroschke s. Droschke

Automobil. Festschrift zum 25jährigen Bestehen des Reichsverbandes der deutschen Automobilindustrie E. V. 1901/1926. Berlin: Hermann 1926 B

— Müller, H.: Automobilbau vor 30 Jahren. *Autotechnik*, Jg. 1926, Nr. 19, S. 9—11, 8 Abb. Z

— Schlesinger, G.: „Fortschritte des deutschen Automobilbaus in den letzten 10 Jahren u. ihre Bedeutung f. d. Hebung d. dt. Automobilverkehrs." *Mitt. d. Vereines zur Wahrung d. gemeins. wirtschaftl. Interessen i. Rheinland u. Westf.*, Jg. 1927, S. 36/70. Z

Baader. Jost: Bibliographie der Schriften Franz von Baaders mit kurzem Lebensabriß. Bonn: Cohan-Verlag. × B

Bach, C.: Mein Lebensweg und meine Tätigkeit. Eine Skizze. Berlin: Springer 1926. 108 S., 1 Bildn. B

Backofen. Mohs, Karl: Die Entwicklung des Backofens vom Backstein zum selbsttätigen Backofen. Eine kulturgeschichtliche Studie. Stuttgart—Cannstatt: Werner & Pfleiderer 1926. 184 S., 156 Abb. B

Bäckerei. Born, Walther: Die Entwicklung der deutschen Großbäckerei. Leipzig: Kirstein & Wendler 1927. 141 S., 60 Abb., zahlr. Taf. Diss. B

— Müller, Karl Friedr.: Geschichte der Getreidehandelspolitik des Bäckerei- und Müllergewerbes der Stadt Freiburg i. Br. im 14., 15. und 16. Jahrh. Freiburg i. Br.: Joppen & Ortmann 1926. × B

Baden, Ind.-Gesch. s. Revisionsverein

Bahr, Max: Eines deutschen Bürgers Arbeit in Wirtschaft und Politik. Lebenserinnerungen und Erfahrungen aus den Jahren 1848—1926. Berlin: Herbig 1926. 367 S., 6 Abb., 1 Bildn., 3 Karten. B

Ballin. Stubmann, P. Fr.: Ballin. Leben und Werk eines deutschen Reeders. Berlin-Grunewald: Klemm 1926. 296 S., 12 Abb., 3 Faks. B

Basel, Ind.-Gesch. Henrici, Herm.: Die Baseler Handelskammer 1876—1926. Festschrift. Vorw. v. Rudolf Sarasin. Basel: Helbing & Lichtenhahn 1927. 277 S. × B

Bauingenieurwesen. Castro, Lorenzo Perez: Horizonte de los ingenieros civiles en 1868 y en 1918. *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura*, Jg. 1926, S. 273 bis 326 Z

Bauplan. Stur, J.: Ein 400jähriger mesopotamischer Bauplan. *Die Umschau*, Jg. 1927, S. 627—629 Z

Bauwesen. Oberst, Johannes: Die mittelalterliche Architektur der Dominikaner u. Franziskaner in der Schweiz. Ein Beitrag zur schweizerischen Ordensbauweise. Zürich: Füßli 1927. 178 S., über 100 Abb. B

— s. Architekt, Backofen, Bauplan, Bürgerhaus, Dachpappe, Eisenbahn, Hausbau, Kaiser-Wilhelm-Kanal, Museum, Tonindustrie

Bayern, Ind.-Gesch. Kuhlo, Alfred: Geschichte der bayerischen Industrie. München: Bayerische Druckerei u. Verlagsanst. m. b. H. 1926. 527 S., zahlr. Abb. B

— Kuhlo, Alfred: Jubiläumsdenkschrift des Bayerischen Industriellen-Verbandes, 1902—1927. München: Selbstverlag 1927. 373 S. × B

— s. a. Papier

Beleuchtung. Bösenberg, A.: Lampen und Leuchtkörper aus früheren Zeiten. *Licht und Lampe*, Jg. 1926, S. 46—48, 81—82, 122—123, 170—172, 48 Abb. Z

— Fürst, Arthur: Das elektrische Licht, von den Anfängen bis zur Gegenwart nebst einer Geschichte der Beleuchtung. München: Langen 1926. 222 S., 136 Abb. B

— Luckiesh, M.: A Half-Century of Artificial Lighting. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926. S. 920—922, 1 Abb. Z

— s. a. Gas, Leuchtfeuer, Seewesen

Bergarbeiter. Bois, H. du: Die soziale Stellung des deutschen Berg- und Hüttenmannes und des Metallarbeiters im Altertum und Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert. *Techn. u. Kultur*, Jg. 1926, S. 205—207 Z

— Die Bergarbeiter im Wandel der Geschichte. Historische Betrachtung nach Otto Hues Darstellung nebst Ergänzung. Hrsg. v. Verb. der Bergarb. Deutschlands. Bochum: Hansmann & Co. 1926. 143 S. × B

— s. a. Deutschland, Ind.-Gesch.

[1)] Berücksichtigt wurden Bücher und Zeitschriftenaufsätze, die in den Jahren 1926 und 1927 erschienen sind; bei ausländischen Veröffentlichungen wurden auch frühere Jahre berücksichtigt.

Es bedeutet:

× = die Veröffentlichung hat zur Einsichtnahme nicht vorgelegen. Der Titel wurde aus Ankündigungen in bibliographischen Verzeichnissen oder Zeitschriften entnommen.

B = Buch.

Z = Zeitschrift oder periodische Veröffentlichung.

B. G. T. = Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch d. V. d. I. Hrsg. *C. Matschoss.*

Ing. Zs. = Ingenieurzeitschrift. Das Blatt der deutschen Techniker in der Tschsl. Prag.

Mont. Rdsch. = Montanistische Rundschau, Zs. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien.

N. S. T. = The Newcomen Society for the study of the history of Engineering and Technologie. Transactions. London.

St. u. E. = Stahl und Eisen. Zs. für das deutsche Eisenhüttenwesen. Düsseldorf.

VDI-N = VDI-Nachrichten. Berlin.

Z. d. V. d. I. = Zs. des Vereines deutscher Ingenieure. Berlin.

Digitized by Google

Bergbau. Arlt, H.: Bergbau. *Der Werdegang der Entdeckungen und Erfindungen.* Heft 8. Hrsg. v. Fr. Dannemann. München u. Berlin: Oldenbourg 1927 B
— Bornhardt, W.: Geschichte des Harzer Bergbaus. *Sonderabdruck aus Görges-Spehr, Vaterländische Geschichten und Denkwürdigkeiten,* 3. Aufl. 1927. × B
— Brüning, Kurt: Der Bergbau im Harze und im Mansfeldschen. Untersuchungen zu einer Wirtschaftsgeographie der Harzer Rohstoffe. Braunschweig-Hamburg: Westermann 1926. 214 S., zahlr. Abb. B
— Cook: Sixty years of progress in Canada' mineral industry, 1867—1927. *Can. Min. J.,* Jg. 1927, S. 524 bis 529 Z
— Darmstaedter, E.: Berg-Probier- und Kunstbüchlein. *Münchener Beiträge zur Gesch. u. Lit. der Naturw. u. Med.,* Heft 2 u. 3. München: Verl. d. Münchener Drucke 1926. 110 S., 12 Abb. B
— Edwards, Ness.: The History of the South Wales miners. London: Labour Publishing Co. × B
— Josephy: Der schwedische Bergbau. *Weltwirtschaftl. Archiv,* Jg. 1926. S. 414—446 Z
— Kämpf: Beiträge zur Geschichte des österreichischen Bergbaus. *Mont. Rdsch.,* Jg. 1926, S. 326—328 Z
— Martell, J.: Zur Geschichte des Bergrechts. *Kali,* Jg. 1926, S. 24—26 Z
— Petersson, Wolfr.: The development of the Swedish mining industry during the last twenty-five years. *Iron and Coal Trades Review,* Jg. 1926, S. 298 bis 300 Z
— Schaubilder zur sächsischen Bergbau-Statistik auf die Jahre 1900 bis 1925. Freiberg i. Sa.: Graz & Gerlach 1926. × B
— von Hindte, W.: Die ehemalige Blei-, Zink- und Nickelerzgrube „Großfürstin Alexandra" bei Goslar a. Harz. *Zs. Kohle und Erz,* Jg. 1926, S. 572—578 Z
— s. a. Bergarbeiter, Darby, Eisen, Eisenbergbau, Kohlenbergbau, Schrämmaschine, Silberbergbau, Steinkohle, Steinkohlenbergbau, Wasserhaltung

Berlin, Ind.-Gesch. Industrie- und Handelskammer zu Berlin 1902—1927. Berlin: Selbstverlag 1927. 80 S. m. Abb. B

Bessemer. Dickmann, H.: Der Streit um Bessemer. *Das Werk,* Jg. 1926, S. 108—112 Z

Beumer. Frölich, F.: Wilhelm Beumer. (Nachruf.) *Z. d. V. d. I.,* Jg. 1927, S. 152 Z

Bier s. Brauerei

Biographie s. Lebensbeschreibung

Biringuccio. Johannsen, Otto: Biringuccio und seine Pirotechnia. *B.G.T.,* Jg. 1926, S. 153—161, 3 Abb. Z

Blei s. Bergbau

Blitzableiter. Hennig, Richard: Aus der Geschichte des Blitzableiters. Zur Priorität der Franklinschen Erfindung des Blitzableiters. *B.G.T.,* Jg. 1926, S. 183 bis 199 Z

Blohm & Voß, Hamburg 1877—1927. Selbstverlag 1927. 71 S., zahlr. Abb. u. Taf. B

Blumhof. Dickmann, H.: Johann Georg Ludolph Blumhof und seine Bedeutung für die Geschichte des Eisens. *B.G.T.,* Jg. 1927, S. 157—158 B

Börner & Herzberg 1876—1926. Berlin 1927. × B

Böttger s. Porzellan

Bohrmaschine. Feldhaus, F. M.: Aus der Geschichte der Bohrmaschine. *Die Werkzeugmaschine,* Jg. 1926, S. 613—614 Z

Bolton. Crompton Centenary at Bolton. The Advance in Electric Driving for Textile Factories. *World Power,* Jg. 1927. S. 43—46 Z

Brille. Rohr, Moritz v.: Aus der Geschichte der Brille mit besonderer Berücksichtigung der auf der Greeffschen beruhenden Jenaischen Sammlung. *B.G.T.,* Jg. 1927, S. 30—50, 19 Abb. Z

Brandenburg, Ind.-Gesch. s. Gießerei

Brauerei. Bier und Bierbereitung bei den Völkern der Urzeit. Veröffentlichungen der Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens. Berlin: Selbstverlag 1926. 60 S., zahlr. Abb. B

Breguet. Darmstädter, Ludwig: Abraham Louis Breguet. *VDI-N.,* Jg. 1927. Nr. 5 Z

Brennerbahn. Kreuter, Franz: Zum sechzigsten Jahrestage der Eröffnung der Brennerbahn am 24. Aug. 1927. Erinnerungen eines Überlebenden. *Ing. Zs.,* Jg. 1927, S. 191—193, 203—206 Z

Brennerei s. Spiritus

Brücken. Schaechterle, K.: Die Gestaltung der Brücken. Ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst. *Z. d. V. d. I.,* Jg. 1927, S. 1213—1220, 16 Abb. Z

Brückenbau. Mangold: Entwicklung des Brückenbaues. II. Eiserne Brücken. *Technik u. Kultur,* Jg. 1926, S. 101—103, 122—127 Z

Brunel. Notes and Communications. Letters of Mark Isambard Brunel annotated by Rhys Jenkins. *N.S.T.,* Bd. V, S. 91—96 Z

Buchgewerbe. Benzinger, Karl: Geschichte des Buchgewerbes im Fürstl. Benediktinerstift U.L.Frau von Einsiedeln. Köln: Benzinger & Co. 1926. × B

Bücking, Hermann: (Nachruf). *Z. d. V. d. I.,* Jg. 1927, S. 350, 1 Bildn. Z

Bürgerhaus, Das — in der Schweiz. 17. Bd. Das Bürgerhaus im Kanton Basel-Stadt. (I. Teil.) Hrsg. v. Schweiz. Ing.- und Architekten-Ver. Zürich, Leipzig, Berlin: Füßli 1926. 64 S., 15 Abb., 137 Taf. B

Budweis-Linz s. Eisenbahn

Canada, Ind.-Gesch. s. Bergbau

Capito u. Klein s. Transformatorenbleche

Carlswerk. Jutzi, W.: 50 Jahre Carlswerk 1874—1924. Felten & Guilleaume Carlswerk A. G. Köln-Mülheim. Köln: Selbstverl. 1926. 138 S., zahlr. Abb. B

Chemie. Bloch, M.: Über die geschichtliche Entwicklung der russisch. Chemie. *Zs. f. angew. Chem.,* S. 1545 bis 1551 Z
— Browne, C. A.: A Half-Century of Chemistry in America 1876—1926. Philadelphia: The American Chemical Society Easton, Pa. 1926. 254 S., zahlr. Bildn. B
— Browne, C. A.: Chronological Table of Some Leading Events in the History of Industrial Chemistry in America from the Earliest Colonial Settlements until the Outbreak of the World War. *Industrial and Engineering Chemistry,* Jg. 1926, S. 884—892 Z
— Fünfzig Jahre chemische Industrie in den Vereinigten Staaten. *Die Chemische Industrie,* Jg. 1926, S. 977 bis 979 Z
— One Hundred Years of Progress. Centenary of Canon Iron Foundries, Ltd. *The Chemical Age,* Jg. 1926, S. 295—296 Z
— Raschig, F.: Aus der Geschichte d. Phenol-Synthese. *Chemikerzeitung,* Jg. 1926, S. 1003—1004 Z
— Ruska, Jul.: Studien z. Geschichte der Chemie. Festgabe Edmund O. v. Lippmann zum 70. Geburtstage. Berlin: Springer 1927. 242 S., 1 Bildn. B
— Smith, Edgar F.: Old Chemistries. London 1927. 69 S., zahlr. Bildn. B
— Szamatolski, Martin: The Development of the Aromatic Chemical Industry from 1876 to 1926. *Industrial and Engineering Chemistry,* Jg. 1926, S. 933 Z
— Taylor, Hugh S.: Catalysis. An Industrial Development. *Industrial and Engineering Chemistry,* Jg. 1926, S. 958—960 Z
— Walde, P.: Von der Iatrochemie zur „Organischen Chemie". *Zs. f. angew. Chemie,* Jg. 1927, S. 1—16 Z
— s. a. Aluminium, Apotheke, Brauerei, Chemikerzeitung, Drogen, Elektrochemie, Explosivstoffe, Gas, Gerberei, Glas, Gummi, Henkel, Holzverwertung, Kautschuk, Liebig, Öl, Ostwald, Patison, Petroleum, Photographie, Platin, Seife, Wolfram, Zement, Zuckerindustrie

Chemiker-Zeitung. Roth, W.: Aus der Geschichte der Chemikerzeitung. *Chemikerzeitung,* Jg. 1926, S. 1011 bis 1012 Z

Cheopspyramide. Kleppisch, K.: Willkür oder mathematische Überlegung beim Bau der Cheopspyramide? München und Berlin: Oldenbourg 1927. 38 S. B

China s. Straßenbau

Clayton s. Gas

Cort. Darmstädter, Ludwig: Henry Cort. Ein Erfinderschicksal. *VDI-N.,* Jg. 1926, Nr. 3 Z

Dachpappe. Koetz, Arthur: 25 Jahre Verband *Deutscher* Dachpappenfabrikanten. Festschrift. Halle a. d. S.: Wilhelm Knapp 1926 B

Dampf. Darmstädter, Ludwig: Gustav Adolf Hirn und die Einführung des überhitzten Dampfes. *Ztg. d. Ver. Dt. Eisenbahnverw.,* Jg. 1926, S. 864—865 Z

Digitized by Google

Dampf. Mollison, James: Historical references to the progress in the use of high-pressure steam. *Engineering*, Jg. 1926, S. 183—184, 11 Abb. Z

Dampfkessel. 50 Jahre Rheinischer Dampfkessel-Überwachungsverein Düsseldorf 1927. B

— Springorum: Dampfkesselwesen vor fünfzig Jahren. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 7 Z

Dampfmaschine s. Brunel

Dampfschiffahrt. Nonnenmacher, G.: 100 Jahre Dampfschiffverkehr auf dem Rhein. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 24, 1 Abb. Z

— Zum 100jährigen Bestehen der Köln-Düsseldorfer Personen-Dampfschiffahrt. Duisburg 1926 B

Darby. Ashton, T. S.: The Discoveries of the Darbys of Coalbrookdale. *N.S.T.*, Bd. V, S. 9—14 Z

— Hall, J. W.: Notes on Coalbrookdale and the Darbys. *N.S.T.*, Bd. V, S. 1—8, 1 Tf. Z

Deutsches Museum. Chronik des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik. Gründung, Grundsteinlegung und Eröffnung, 1903 bis 1925. München: Selbstverl. 1927. 91 S., 55 Abb., 12 Taf. B

Deutschland, Ind.-Gesch. Haßler, Friedrich: Augsburger Kaufleute und Tiroler Bergarbeiter im 16. Jahrhundert in England. *B.G.T.*, 1927, S. 80—88, 6 Abb. B

Dieselmotor. Aus der Entstehungsgeschichte des Dieselmotors. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 20 Z

— Schroeder, A.: Die Entwicklung des Dieselmotors. *D.W.-Funk. Rundfunk-Mitteilungen*, Jg. 1926, S. 106 bis 108, 142—164, 7 Abb. Z

Dixon s. Gas

Draht s. Stacheldraht

Drais. Mengeringhausen, M.: Handschrift als geschichtliches Dokument. Zum 75. Todestag des Freiherrn von Drais. *Die Umschau*, Jg. 1926, S. 999 bis 1000 Z

Dreschmaschine. Martell, P.: Zur Geschichte der Dreschmaschine. *D. Techn. i. d. Landwirtsch.*, Jg. 1926, S. 150—153, 168—172, 13 Abb. Z

Dresden, Ind.-Gesch. s. Münzwesen

Drogen. Schmidt, Alfred: Drogen und Drogenhandel im Altertum. Leipzig: Barth 1927. 136 S., 8 Taf. B

— s. a. Chemie

Droschke. Wolff, Th.: Vom Fiaker zur Autodroschke. Ein Beitrag z. Gesch. d. Droschke. *Automobil-Rundsch.*, Berlin 1927, S. 125—127, 142—144 Z

Druckerei. Bolza, Albrecht: Die Erfindung der Druckmaschine durch Friedr. Koenig. *B.G.T.*, 1927, S. 1—23, 36 Abb. Z

— Fünfzig Jahre Typographische Gesellschaft Leipzig. *Archiv für Buchgewerbe u. Gebrauchsgraphik*, 64, 2. S. 1—101. × Z

— Schmidt, Benno: Technisches und Wirtschaftliches aus Gutenbergs Erfindung. *Zs. f. Deutschlands Buchdr. u. verw. Gewerbe*, Jg. 1926, S. 697 Z

— Ursprung und Entwicklung der gegossenen Schriftlettern. (The American Printer, 5. 6. 1926.) *Gießerei-Ztg.*, Nr. 14, 1926, S. 396 Z

— s. a. Buchgewerbe, Linotype, Zeugdruck

Duisburger Kupferhütte s. Kupfer

Dynamomaschine. Rotth: 60 Jahre Dynamomaschine. *Siemens-Mitteilungen*, Jg. 1927, Nr. 90 S. 2—3, 3 Abb. Z

— 60 Jahre Dynamomaschine. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 14 Z

École Polytechnique. Klein, Felix: Frankreich und die École Polytechnique in den ersten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts. *Die Naturwissenschaften*, Jg. 1927, S. 5—9, 43—49 Z

Edison. Angel, E.: Edison. Sein Leben und Erfinden. Berlin: Angel 1926. 172 S. m. 17 Abb. u. Bildn. B

— Bryan, George S.: Edison, der Mann und sein Werk. Deutsch v. Karl Otten. Leipzig: List 1927. 300 S. m. 10 Abb. B

— Fodor, Stephan v.: Edison. Der Lebensweg eines Erfinders. Berlin: Ullstein 1927. 136 S. B

Ehrhardt & Sehmer A.-G. 1876—1926. Zur 50. Wiederkehr ihres Gründungstages. Saarbrücken: Selbstverl. 1926. 111 S., 141 Abb. B

Eisen. Dickmann, Herbert: Die Entwicklung der Eisentechnik im Stromgebiet des Rheines im 19. Jahrh. *Das Werk*, Jg. 1927, S. 199—203 Z

— Friend, J. Newton: Iron in antiquity. London: Griffin 1926. 229 S., 18 Abb. B

Eisen. Leobner, H.: Geschichte der direkten Eisen- und Stahlerzeugung in der Zeit vom Jahre 1900—1925. *Montanistische Rundschau*, Jg. 1926, S. 621—635 Z

— Methews, John A.: The Steel Age 1876 to 1926. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 913 bis 914 Z

— Petersson: „Some Notes of the Development of the Swedish mining industry during the last twentyfive Years." *J. Iron Steel Inst.*, Jg. 1926, Bd. 2, S. 95—116 Z

— The iron and steel institute's visit to Sweden 1898. A new report of an old event. *Teknisk tidskrift*, Jg. 1926, S. 326—328, 1 Abb. Z

— Vogel, Otto: „Geschichte und Organisation des Eisenkontors." *Stahl und Eisen*, Jg. 1927, S. 63—64 Z

— Walker, J. Bernard: The story of steel. New York u. London: Harper 1927. 220 S. m. Abb. B

— Wolff, Th.: Eisengewinnung und Eisenbearbeitung im Altertum. *Deutsche Uhrmacherzeitung*, Jg. 1926, S. 748—749, 813—814, 872—874, 934 Z

— s. a. Eisenbergbau ff. Blumhof, Jern-Kontoret, Siegerland, Spiegeleisen, Stahlindustrie

Eisenbahn, elektr. Bianchi, G.: 25 Years of Electric Operation in Italy. *El. Railway*, Jg. 1926, S. 1003/07, 10 Abb. Z

Eisenbahn. Carter, Charles, Frederick: When railroads were new; centenary ed. New York: Simmons Boardman 1926. 338 S. × B

— Clapham, J. H.: An economic history of modern Britain. The early railway age, 1820—1850. London: Cambr. Univ. Pr. 1926. 641 S. × B

— Dabelstein: 1. Mai 1927 80 Jahre mecklenburgische Eisenbahnen. *Ztg. d. Ver. dt. Eisenbahnverw.*, Nr. 17, 1927, S. 453—456 Z

— Enderes, Bruno: Die „Holz- und Eisenbahn" Budweis—Linz, das erste Werk deutscher Eisenbahnbaukunst. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 13—64, 32 Abb. Z

— 75 Jahre Lübeck-Büchener Eisenbahn. Selbstverlag 1926. 20 S., 6 Abb., 2 Bildn. B

— Jahn: Die undulierende Eisenbahn. *Verkehrstechn. Woche*, Jg. 1926, S. 229 Z

— Koch: Die Probe-Eisenbahn von 1826 in Elberfeld. *Verkehrstechnik*, Jg. 1926, S. 386—387, 2 Abb. Z

— Krähling: Fünfzig Jahre Staatseisenbahn in Niederländisch-Indien. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1926, S. 57—60, 24 Abb. Z

— Kuntzemüller, A.: Achtzig Jahre Eisenbahn in der Ortenau. Die Ortenau. *Mitteilungen des Historischen Vereins für Mittelbaden*, 13. Heft. Offenburg: Selbstverl. 1926. × B

— Pietsch, Ernst Dr.: 75 Jahre Sächsisch-Bayerische Eisenbahn, 1851—1926. *Jahrbuch des Reichsbundes Deutscher Technik, Landesgruppe Sachsen*, Jg. 1927, S. 115—126 Z

— Riegel, Robert Edgar: The Story of the Western Railroads. New York: Macmillan Co. 1926. 345 S. B

— Stevens, Frank Walker: The Beginnings of the New York Central Railroad. A History. New York: Putnam's Sons 1926. 408 S. m. Abb. B

— The Panama Railway. *The Locomotive*, Jg. 1927, S. 28 bis 30, 4 Abb. Z

— Truesdale, H. William: Recollections of American Railroads fifty years ago. *N.S.T.*, Bd. V, S. 97 Z

— Zum 25jährigen Jubiläum der Schweizerischen Bundesbahnen, 1902—1927. *Nachrichtenblatt Bern*, S. 179—215 Z

— Wechmar, Irnfried Frhr. v.: Die Eisenbahnunfälle im vorigen Jahrhundert. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 122 Z

— s. a. Brennerbahn, Lokomotive, Straßenbahn

Eisenbergbau. Fink: Beiträge zur Geschichte des Eisenbergbaues an der unteren Ruhr. *Glückauf*, Jg. 1927, S. 1112 Z

Eisenbeton. Gerach, H.: Zur Geschichte des Eisenbetons. *Techn. u. Kultur*, Jg. 1926, S. 81—84 Z

Eisenemaille. Vogel, Otto: Die ersten Anfänge der Eisenemailletechnik. T. 2. Meißen 1926. × B

Eisengießerei. Martell: Zur Geschichte der Eisengießerei im 16. Jahrh. *Stahl u. Eisen*, Jg. 1927, S. 1253 Z

— s. a. Kunstguß

Eisenhüttenwesen s. Westphalia

Eisenindustrie s. Röchling

Elektrizitätswerk. Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H. Dortmund-Bochum-Münster und ihre Entwicklungsgeschichte. Selbstverl. 1926. 154 S., 154 Abb. B

Digitized by Google

Elektrizitätswerk s. a. Turbine
Elektrizitätszähler. Stumper, W.: Zur Geschichte des Elektrizitätszählers. *ETZ*, Jg. 1926, S. 601—605, 646 bis 650, 36 Abb. Z
Elektrochemie. Walden, P.: Fünfzig Jahre theoretischer Elektrochemie. *Chemikerztg.*, Jg. 1926, S. 987 bis 989 Z
Elektrotechnik. The Beama Book: A history and a survey. Hrsg. v. The british electrical and allied manufacturers association (Incorp.) London 1926. 144 S. × B
— Fuchs, A.: Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 1014—1018, 18 Abb. Z
— Höchtl, A.: Geschichte der Kommission für Installationsmaterial. *Elektrotechnische Zs.*, Jg. 1926, S. 1041 bis 1042 Z
— Hoppe, Edmund: „100 Jahre Ohmsches Gesetz." *ETZ*, Berlin 1927, S. 561/563, 1 Bildn. Z
— 100 Jahre Ohmsches Gesetz. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 29 Z
— Wolff, W.: Die Entwicklung der Hohlseile. *ETZ*, Jg. 1926, S. 969/70 Z
— s. a. Beleuchtung, Blitzableiter, Dynamomaschine, Edison, Felten u. Guilleaume, Funkwesen, Glühlampe, Hochfrequenztechnik, Oerlikon, Ohm, Postmuseum, Schiffselektrotechnik, Telegraphie, Telefon, Transformatorenblech, VEI, Wasserhaltung
Engineer, The—. Established 1856. The Foremost British Technical Journal. Seventy Years of Success. London 1926. 14 S., 11 Taf. B
England, Ind.-Gesch. Gibbens, H. B. de: The industrial history of England. London: Methuen 1926. 256 S. × B
— s. a. Bergbau, Chemie, Darby, Eisenbahn, Elektrotechnik, Hick
Entdeckung s. Aluminium, Platin, Steinkohle
Erfindung. Kaempffert, Waldemar: Bahnbrechende Erfindungen in Amerika und Europa. Geschichte ihrer Entstehung und ihrer Schöpfer. Autor. Übertr. d. amerik. Ausg. Ergänzt um die neuesten Erfindungen von Dr.-Ing. Hans Klopstock. Berlin: Mosse 1927. 421 S. 230 Abb. B
— Wright, Milton: Inventions and Patents. Their development and promotion. London: McGraw-Hill Book Comp. 1927 B
— s. a. Amerika, Blitzableiter, Druckerei, Eisenbahn, Perpetuum mobile, Stacheldraht
Explosivstoffe. Schlatter, Hugo: Explosives 1876—1926. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926. S. 903—907 Z

Faserstoffindustrie. Feldhaus, F. M.: Die Tuchscher-maschinen von Leonardo da Vinci. *Melliands Textber.*, Jg. 1927, S. 807/808 Z
— Orth, Friedrich: Der Werdegang wichtiger Erfindungen auf dem Gebiete der Spinnerei und Weberei. *B.G.T.* 1927, S. 89—105, 39 Abb. — s. a. Wollkämmmaschine Z
Fernsprecher s. Telephon
Feuerung s. Ölfeuerung
Feuerlöschwesen. Löcker, Victor: Die Entwicklung der Feuerlöschgeräte. *Bergland*, Jg. 1926, Nr. 8, S. 17 bis 19, 17 Abb. Z
— Merz, Leopold: Die Geschichte des Feuerlöschwesens. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 162—182, 13 Abb. Z
Firmengeschichte s. Börner & Herzberg, Blohm & Voß, Carlswerk, Ehrhard & Sehmer, Germanischer Lloyd, Henkel u. Cie., Hick, Hollersche Carlshütte, Industriegeschichte, Keramik, Koppers, Kupfer, Küppersbusch, Oerlikon, Schäfer & Schael, Stinnes, Transformatorenbleche, Werkzeugmaschine
Flettner, Anton: Mein Weg zum Rotor. Leipzig: Koehler & Amelang 1926. 122 S., 1 Bildn., 114 Abb. B
Flohr, Carl: (Nachruf). *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 826 Z
Flußbau. Bräuler, L.: Die Anfänge des Strombaues am preußischen Rhein, ein Beitrag zur Geschichte des Flußbaues. *Deutsche Wasserwirtschaft*, Jg. 1927, S. 27 bis 37, 10 Abb. Z
Fördertechnik. Mackensen: 50 Jahre Bau von Förderanlagen. 1876—1926. Magdeburg 1926 B
— Zimmer, George F.: The Progenitors of Modern Handling Devices. *Industrial Management*, Jg. 1927, S. 74—78, 242—245, 308—311, 28 Abb. Z
— s. a. Hebezeug
Franklin s. Blitzableiter
Fraunhofer. Seitz, A.: Joseph Fraunhofer und sein optisch. Institut. Berlin: Springer 1926. 118 S., 1 Abb. B
— Zenneck, J.: Josef von Fraunhofer. *Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte.* Berlin: VDI-Verl. 1926. 28 S., 11 Abb. B
Freiburg, Ind.-Gesch. s. Bäckerei
Fresnel. Darmstädter, Ludwig: Augustin Jean Fresnel. Zu seinem 100. Todestage. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 29 Z
Fürst. Lasswitz, Erich: Arthur Fürst. Eine Würdigung. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 25 Z
Fugger. Klarwill, Victor von: The Fugger news-letters (1568—1605). Transl. by L. S. R. Byrue. III. London: Laue 1926. × B
— Reinhardt, E.: Jakob Fugger, der Reiche aus Augsburg. Zugleich ein Beitrag zur Klärung und Förderung unseres Verbandwesens. Berlin: Struppe & Winkler 1926. 186 S., 1 Bildnis, 1 Abb. B
Funkwesen. Die Entwicklung des Funkwesens im Dtsch. Reich in den Jahren 1923—1926. *Wirtsch. u. Statistik*, Jg. 1927, S. 282—284, 2 Abb. Z
— s. a. Elektrotechnik

Galilei. Theobald: Ein venezianisches Patent Galileo Galileis. *B.G.T.* 1927, S. 24—29, 2 Abb. Z
Gas. Bureau of Municipal Research of Philadelphia. Philadelphia's Gas problem: a history of the Philadelphia gas works, a discussion of modern standards of gas service, and an analysis of the present situation. Philadelphia: Author 1926. 149 S. × B
— Carter, G. O.: Fifty Years of Developments of Compressed Gases. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 954—956, 3 Abb. Z
— Fulweiler, W. H.: Fifty Years of Gas Chemistry. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 945 bis 948, 2 Abb. Z
— Grossmann, H.: Aus der Frühzeit der Berliner Gas-Industrie. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 7 Z
— Layton, Walter T.: The Discoverer of Gas Lighting. Notes on the Life and Work of the Rev. John Clayton, D. D., 1657—1725. London: Walter King 1926. 56 S. m. Abb. B
— Macfarlan, J.: George Dixon, Discoverer of Gas Light from Coal. *N.S.T.*, Bd. V, S. 53—56, 1 Taf. Z
— Sander, A.: Zum hundertjährigen Bestehen der Gasindustrie in Deutschland. *Dingl. Polytechn. Journ.*, Jg. 1927, S. 73—75. Z
— Starke: Erzeugung und Verwendung des Gases zur öffentl. Gasversorgung. *Der Werdegang der Entdeckungen und Erfindungen.* Hrsg. v. Fr. Dannemann. Heft 6. München u. Berlin: Oldenburg 1926. 97 S., 78 Abb. B
Gauß. Briefwechsel zwischen Karl Friedrich Gauß und Christian Ludwig Gerling. Hrsg. Schaefer. Berlin: Eisner 1927, 820 S. B
— Mack, Friedr.: Carl Friedrich Gauß und die Seinen. Festschrift z. s. 150. Geburtstage. Braunschweig: E. Appelhans & Co. 1927. 130 S. × B
Gebirgslokomotive, Der Geburtstag der —. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 33 Z
Gerberei. Wilson, Arthur J.: Tanning 1876—1926. *Ind. a. Eng. Chem.*, Jg. 1926, S. 934 Z
— Claes, Margarete: Das zünftige Gerberhandwerk in Mühlhausen in Thüringen und seine Wandlung zur ledererzeugenden Industrie im 19. Jahrhundert. Mühlhausen i. Thür.: Danner 1926. × B
Germanischer Lloyd. Müller, Carl: Sechzig Jahre Germanischer Lloyd. *Hansa*, Jg. 1927, S. 607—611, 2 Tf., s. a. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 14 Z
Gewehr. Greener, C. E.: Gun-making Handicrafts. *N.S.T.*, Bd. V, S. 57—71, 5 Abb., 3 Taf. Z
Gewerbe. Pape, Richard: Zur Geschichte eines „Großen Gewerks" aus der Ordensritterzeit Preußens und die Historie über Hans von Sagan. Berlin: *Archiv f. Gewerbepolitik u. Volkswirtschaft. Informationsdienst der Fachpresse* 1926. 115 S., 18 Abb. × B
— s. a. Bäckerei, Buchgewerbe, Sattlergewerbe
Gewerbeschule. Festschrift zum 150jährigen Jubiläum d. Gewerbeschule u. d. staatlichen höheren Fachschule f. Edelmetallindustr., sowie z. 50jähr. Jubiläum d. Kunstgewerbe-Museums Schwäb. Gmünd. 1776—1876—1926. Gmünd 1926. 156 S., 12 Abb. B

Digitized by Google

Gewerbeschule. Hundert Jahre Ulmische Gewerbeschule 1826 bis 1926. Ulm: Selbstverl. 1926. 224 S. m. Abb. B

Gießerei. Antz, E. L.: Ein Ausschnitt aus der Entwicklung des Gießereiwesens in Brandenburg und Pommern. *Gieß.*, Jg. 1927, S. 338—339. *St. u. E.*, Jg. 1927, S. 1253 Z

— Avey, D. M.: Entwicklung des amerikan. Gießereiwesens im verflossenen Vierteljahrhundert. *The Foundry*, Jg. 1926, S. 314—316, 1 Abb. Z

— Martell, P.: Zur Geschichte der Eisengießerei im 16. Jahrhundert. *Gießerei-Z.*, Jg. 1927, S. 370—373 Z

— s. a. Druckerei, Eisengießerei, Kunstguß, Ofenplattenguß

Girard. Darmstädter, Ludwig: Philippe Henri de Girard. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 21 Z

Giuliano da San Gallo. Horwitz, Hugo Th: Giuliano da San Gallo (1445—1516). *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 200 bis 216. 29 Abb. Z

Glas. Arendt, M.: Beiträge zur Geschichte der Glashütten und der Glaserzünfte in der Mark Brandenburg in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts. *Glas-Industrie*, S. 502—505, S. 534—535 Z

— Gerlach, Erich: Die Entwicklung der Spiegelglasindustrie. *Glas, Kristall-Spiegelglas. Jg. 1926*, S. 76—79, 106—109, 138—141, 173—177, 210—212, 240—242 Z

— Halahan, Brenda C.: Chiddingfold Glass and its Makers in the Middle Ages. *N.S.T.*, Bd. V, S. 77—85 Z

— Irwin, Frederik T.: The story of Sandwich glass and glass workers. *Manchester*. N. H.: Author 1926. 99 S. × B

— Keller-Zschokke, Joh. Val.: Eine schweizerische Schmelzhütte für optisches Glas in Solothurn 1831 bis 1857 und Theodor Daguet, Fabrikant optischer Gläser 1795—1870. Solothurn: Vogt-Schild 1926. 126 S. B

— Krüger, Gerhard: Die Glashütte zu Friedrichsthal. *Forschungen zur Brandenburgischen Geschichte.* Hrsg. v. Melle Klinkenborg u. Joh. Schultze. Bd. 39, 1. Hälfte. München u. Berlin: Oldenbourg 1926. × B

— Morey, George W.: A Half-Century of Progress in the Glass Industry. *Industrial and Engineering Chem.*, Jg. 1926, S. 943—945, 1 Abb. Z

— Neumann, Bernhard: Antike Gläser II. Nach Analysen v. Frl. M. Rupprecht. Institut f. chem. Techn. der T. H. Breslau. *Zs. f. angew. Chemie*, Jg. 1927, S. 963 bis 967 Z

— Petrie, Sir Flinders: Glass found in Egypt. *N.S.T.*, Bd. V, S. 72—76, 3 Tf. Z

— Silverman, Alexander: Fifty Years of Glass-Making. *Industrial and Engineering Chem.*, Jg. 1926, S. 896—899 Z

— Silverman, Alexander: Fifty Years of glass-making. *The Glass Ind.*, Jg. 1926, S. 242—243, 270—271 Z

— Zur Technischen Geschichte der Glasindustrie d. letzten Jahre. *Keramische Rundschau*, Jg. 1926, S. 746—747 Z

Glühlampe. Howell, John W. u. Henry Schroeder: History of Incandescent Lamp. New York: Maqua Company 1927. 208 S. B

Gmünd, Ind.-Gesch. Klein, Walter: Geschichte der Gmünder Edelmetallindustrie. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 72—79, 14 Abb. Z

— s. a. Gewerbeschule

Goethe. Muthesius, Karl: Goethe und das Handwerk. Leipzig: Quelle & Meyer 1927. 164 S., 7 Abb. B

Goslar, Ind.-Gesch. s. Bergbau

Grashof. Lorenz, H.: Die wissenschaftlichen Leistungen F. Grashofs. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 1—12, 1 Abb. Z

— Plank, R.: Franz Grashof als Lehrer und Forscher. Festvortrag zur Grashof-Hundertjahrfeier der Technischen Hochschule Kalsruhe. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1926, S. 933 bis 938, 1 Abb. Z

— Wentzcke, Paul: Franz Grashof. Ein Führer der deutschen Ingenieure. Berlin: VDI-Verlag 1926. 130 S. m. Abb. B

Grether. Mayer, R.: Ein Ingenieurschicksal. Dr.-Ing. Johann Georg Hans Grether. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 32 Z

Gruson. Dreger, Max: Hermann Gruson (1821—1895). Ein Pionier deutscher Ingenieurkunst. *B.G.T.*, Jg. 1926, Bd. 16, S. 65—93, 10 Abb. Z

— Gruson, Ernst u. Herta Winkler: Jean David Gruson, 1780—1848. Als Ms. gedr. Quedlinburg 1926. 11 S. B

Gummi. Önslager, George: Changes in the Rubber Industry during the Past Fifty Years. *Industrial and Engineering Chem.*, Jg. 1926, S. 902—905 Z

Gutenberg s. Druckerei

Hafen. Baritsch, K.: Der Hamburger Hafen. Sein Ausbau seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 19 Z

— Baritsch, K.: Der Hamburger Hafen. Von den frühesten Zeiten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 18 Z

— Düring, Carl Frhr. v.: Die wirtschaftliche Entwicklung des Hamburger Hafens nach dem Kriege. *Techn. u. Wirtsch.*, Jg. 1926, S. 158—161, 2 Abb. Z

Halle, Ind.-Gesch. s. Kohlenbergbau

Hamburg s. Hafen

Hammerwerk. Günther, G. W.: Der Frohnauer Hammer. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 31 Z

— s. a. Hüttenwesen

Handwerk. Hoffmeyer, L.: Geschichte des Handwerks im Fürstentum Osnabrück, in Lingen, Meppen u. Papenburg. Osnabrück: Wunsch 1925. 144 S., 10 Tf. B

— Kultur des Handwerks. Amtl. Zs. der Ausst. München 1927 „Das Bayerische Handwerk", *Jg.* 1926 u. 1927 Z

— Lehnert: Das deutsche Handwerk in Vergangenheit und Gegenwart. Eisleben: Klöppel 1926 B

— Otto, Eduard: Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. 6. Aufl. Leipzig u. Berlin: Teubner 1927. 133 S., 23 Abb. B

— s. a. Backofen, Gerberhandwerk, Goethe

Handwerkskammer. Otto: 25 Jahre Handwerkskammer für den Regierungsbezirk Koblenz. Koblenz: Selbstverlag 1927. 115 S., 2 Bildn. B

Hannover, Ind.-Gesch. s. Straßenbau

Harz, Ind.-Gesch. s. Bergbau

Harrison. Darmstädter, Ludwig: John Harrison, der Erfinder des Seechronometers. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 12 Z

Hausbau. Haus und Hof im Altertum. Untersuchungen zur Geschichte des antiken Wohnbaus. Im Auftrage der Rh. Provinzialverw. u. d. Provinzialmuseums zu Bonn hrsg. v. Fr. Oelmann. Bd. 1: Die Grundformen des Hausbaus. Berlin u. Leipzig: W. de Gruyter & Co 1927. 182 S., 85 Abb., 1 Karte B

Hebezeug, elektr. Geyer, W.: Beitrag zur Geschichte des elektrischen Hebezeuges. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 261 bis 279, 9 Abb. Z

Hebezeug, s. Fördertechnik

Heilmann. Darmstädter, Ludwig: Josua Heilmann. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 37 Z

Heizung. Eisert, Hermann: Die Geschichte der Heizung menschlicher Wohnungen. *The Technologist*, Jg. 1927, Nr. 2 und 3 Z

— s. a. Gasindustrie, Kachelofen

Henkel & Cie. Werden und Wirken. 1876—1926. Düsseldorf: Selbstverlag 1926. 215 S., zahlr. Abb. B

Hick. British Workshops. The History of Hick, Hargreaves. *World Power*, Jg. 1926, S. 51—56, 7 Abb. Z

Hirn s. Dampf

Hochdruckdampf s. Dampf

Hochfrequenztechnik. Fuchs, Franz: Die Entwicklung der Hochfrequenztechnik. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 55—59, 6 Abb. Z

Hochofen. Klein, Hugo: Die Entwicklung der südrussischen Hochöfen. *St. u. E.*, Jg. 1927, S. 1053—1054 Z

Hochschule s. École Polytechnique

Holland, Ind.-Gesch. s. Maschinenindustrie

Hollersche Carlshütte. 100 Jahre —. *Zs. Landmaschinen u. Geräte*, Jg. 1927, S. 171—172 Z

Holzverwertung. Färber, Eduard: Aus der Geschichte der chemischen Holzverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Zellstoffgewinnung. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 121—132 Z

— Hawley, L. F.: Fifty Years of Wood Distillation. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 929 bis 930, 1 Abb. Z

— Rue, John D.: Fifty Years' Progess in the Pulp Industry. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 917—919, 2 Abb. Z

— s. a. Papier

Hüttenwerk s. Schaefer u. Schael

Hüttenwesen. Stephan, B.: Neumärkisches Hammer- und Hüttenwesen. *Brandenburgisches Jahrbuch 1926.* 1. Bd. Hrsg. v. Landesdir. d. Provinz Brandenburg.

Digitized by Google

Schriftltg.: Provinzialkonservator Prof. E. Blunk. Berlin: Schneider. 67 S. × B
— s. a. Eisen, Hollersche Carlshütte, Kupfer, Ofenplattenguß
Huntsman. Darmstädter, Ludwig: Benjamin Huntsman, der Erfinder des Gußstahls. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 30 Z

Industrie-Geschichte. Geisler, Kurt W.: Beiträge zur Industriegeschichte. Unter Benutzung der Jubiläumsdenkschriften der behandelten Unternehmungen. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 299—315, 11 Abb. Z
— s. a. Ägypten, Amerika, Augsburg, Baden, Basel, Bayern, Bergbau, Berlin, Brandenburg, Canada, Dresden, England, Gmünd, Halle, Hannover, Harz, Koblenz, Lübeck, Magdeburg, Mecklenburg, Mühlhausen, München, Norwegen, Pfalz, Pommern, Rheinland, Rußland, Sachsen, Siegerland, Solingen, Schweden, Schweiz, Stahlindustrie, Welthandel, Westfalen
Industriemagnaten. Bratter, C. A.: Amerikanische Industriemagnaten. Berlin: Ullstein 1927. 170 S. B
Ingenieur. Davison, George S.: A Century and a half of american engineering. *Proceedings of the american Society of engineers*, Jg. 1926, S. 1956—1978 Z
— Hessischer Bezirks-Verein deutscher Ingenieure 1876—1926. *Mitt. Hess. B.V.d.I.*, Jg. 1926, Sonderfestnummer, 23 S. Z
— Stocky, J.: Spolek ceskoslovenskych Inzenyru Jubilejni pamatnik. 1865—1925. Prag: Selbstverlag 1926. 100 S., zahlr. Abb. B
— The Institution of Mechanical Engineers. Brief subject-index of papers published in the proceedings 1847—December 1926. London: Selbstverlag 1927. 86 S. B
— Verein deutscher Ingenieure 1856—1926. Berlin: VDI-Verlag 1926. 128 S., zahlr. Abb. B
— s. a. Bauingenieur
Isolator. Weicker, W.: Die Entwicklung des Freileitungs-Stützen-Isolators. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 60—71, 76 Abb. B

Jern-Kontoret. Dickmann, H.: Die Geschichte des Jern-Kontoret in Stockholm. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 156 bis 157 B
— Kinander: Notes on the history and organisation of Jernkontoret. *J. Iron Steel Inst.*, Jg. 1926, S. 13 bis 49 Z

Kachelofen. Straus, Konrad: Kacheln und Öfen der Mark Brandenburg. Ein Beitrag zur Geschichte des Kachelofens in Deutschland. Straßburg: Heitz 1926. 105 S., 21 Taf. × B
Kaiser-Wilhelm-Kanal. Wulle, K.: Der dreißigjährige Kaiser-Wilhelm-Kanal, seine Vorgeschichte, Entwicklung und Bedeutung. *Zs. f. Bauwesen*, Jg. 1927, S. 29 bis 38, 15 Abb. Z
Kamp, Heinrich. (Nachruf.) *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 392, 1 Abb. Z
Kartelle s. Stahlindustrie
Kautschuk. Alexander, P.: Der Kautschuk Ein Rückblick. *Zs. f. angew. Chem.*, Berlin 1926, S. 1424 bis 1426 Z
Keramik. Dörentruper Sand- und Thonwerke, G. m. b. H., Dörentrup. *Zum 25 jährigen Bestehen.* 1901—1926. Düsseldorf: A. Bagel 1926. 48 S. m. Abb. B
Klingenberg. Zum Gedächtnis an Georg Klingenberg. Hrsg. A.E.G. Berlin: Selbstverlag 1926 B
Koblenz, Ind.-Gesch. s. Handwerkskammer
Koenig. Darmstädter, Ludwig: Friedrich Koenig, Der Erfinder der Schnellpresse. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 18 Z
— s. a. Druckerei
Kohle. Storm, Ernst: Geschichte der deutschen Kohlenwirtschaft von 1913—1926. Berlin: Siwinna 1926. 311 S. B
Kohlenbergbau. Pieper, Wilh.: Die Entwicklung des Kohlenbergbaus im Gebiet um Halle bis zum Bau der Eisenbahnen. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 133—152, 2 Abb. Z
Koppers. 25 Jahre Heinrich Koppers, Essen, 1926. × B
Kraftfahrzeuge s. Automobil
Kraftmaschine. Dickinson, H. W.: Landmarks in the History of Prime Movers. *Mechanical Engineering*, Jg. 1926, S. 1385—1388, 7 Abb. Z
— s. a. Dieselmotor, Turbine
Kraftwerk. Fischinger, E. G.: Die Entstehungsgeschichte der ersten 100-kV-Anlage in Europa, in Lauchhammer. *ETZ*, Jg. 1927, S. 713—716 u. S. 759—764, 12 Abb. Z
Kriegstechnik s. Gewehr
Krupp. Berdrow, Wilh.: Alfred Krupp. Berlin: Hobbing 1926. Bd. 1: 344 S., Bd. 2: 422 S. B
Kunstguß. Jebens, A. C.: Deutscher Eisenkunstguß. *Das Werk*, Jg. 1926, S. 399—402 Z
Kupfer. Dickmann, H.: Die Gründung der Duisburger Kupferhütte. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 164—166, 2 Abb. Z
— s. a. Siegerland
Küppersbusch. Die Entwicklung der F. Küppersbusch & Söhne A.-G. Gelsenkirchen 1926. 62 S. m. Abb. B

Lager. Horwitz, Hugo Th.: Über eine Urform von Lager- und Scharnierkonstruktionen. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 162—163, 4 Abb. Z
Lamme, Benjamin Garver: An Autobiography. New York u. London: G. P. Putnam's Sons 1926. 271 S. m. Abb. u. Bildn. B
Landmaschinenindustrie. Ahrens, Rudolf: Die deutsche Landmaschinenindustrie, ihre Entw. und ihre heutige Lage. *25. Greifswalder Staatswissenschaftl. Abhandlg.* Hrsg. v. Ed. Biermann u. W. Kähler. Greifswald: Bamberg 1926. 174 S. m. Abb. B
Landwirtschaft s. Dreschmaschine, Spiritus
Laplace. Smith, Edgar C. Captain: „The Centenary of Laplace." *Engineering*, Jg. 1927, S. 247—248 Z
Lebensbeschreibungen. Güttingen, Egolf: Historisch-Biographisches Lexikon der Schweiz. Bd. 3. Fasz. 19 bis 28. Neuenburg: Administr. d. Lexikons 1926. 792 S., 8 Taf. × B
— Hart, Ivor B.: Makers of Science Mathematics Physics Astronomy. London: Oxford University Press Humphrey Milford 1924. 320 S., 120 Abb. B
— Neuburger, Albert: Pfadfinder der Kultur, Männer und Taten der Technik. München: Albert Langen 1926. 300 S., 40 Abb. B
— Roe, Joseph Wickham: English and American Toolbuilders. New York u. London: Mc-Graw Hill Book Co. Inc. 1926. 315 S. B
— Turner, D. M.: Makers of Science. Electricity and Magnetism. London: Humphrey Milford 1927. 184 S., 57 Abb. u. Bildn. B
— s. a. Agricola, Baader, Bach, Bahr, Ballin, Bessemer, Beumer, Biringuccio, Blohm, Blumhof, Böttger, Bolton, Breguet, Bücking, Clayton, Cort, Darby, Dixon, Drais, Edison, Flohr, Franklin, Fraunhofer, Fresnel, Fürst, Fugger, Galilei, Gauß, Girard, Giuliano da San Gallo, Goethe, Grashof, Grether, Gruson, Harrison, Heilmann, Henkel, Hick, Hirn, Huntsman, Industriemagnaten, Kamp, Klingenberg, König, Krupp, Lamme, Laplace, Leonardo da Vinci, Liebig, Lorenz, Luftfahrt, Nobel, Oberhofer, Ohm, Ostwald, Riemann, Röchling, Seebeck, Segelflug, Siemens, Thonet, Thyssen, Vaucanson, Voigtländer, Volta, Voß, Wheatstone, Whitney
Leonardo da Vinci. Herzfeld, Marie: Leonardo da Vinci, der Denker, Forscher u. Poet. Aus seinen veröffentlichten Schriften. 4. veränd. Aufl. Jena: Diederichs 1926. 268 S., 16 Taf. B
Leuchtfeuer. Trebesius, E.: Die Beleuchtung der Meeresküsten. *Das Werk*, Jg. 1926, S. 208—211 Z
Leuchtturm. Rowatt, Thomas: Notes on Original Models of the Eddystone Lighthouses. *N.S.T.*, Bd. V, S. 15—23, 3 Taf. Z
Liebig, Justus von: Eigene biographische Aufzeichnungen. Eingeleitet und freigegeben von Karl Esselborn. Gießen: Verl. d. Gesellschaft Liebig-Museum 1926. 32 S., 2 Abb. B
Linoleum. Fritz, Felix: Das Linoleum und seine Fabrikation. Berlin: Alfred Weber 1926. 377 S., zahlr. Abb. B
Linotype. Schlotke, Otto: Das Linotypehaus der Mergenthaler Setzmaschinenfabrik, Berlin. Dreißig Jahre Linotype in Deutschland. Berlin: 1927. 56 S., m. Abb. B
Lippmann, Edm. O. v. s. Chemie
Lokomotive. Ahrons, Ed.: The British Steam Railway Locomotive 1825—1925. London: The Locomotive Publishing Company Limited 1927. 391 S., 473 Abb. B
— Eine elektrische Lokomotive vor 75 Jahren. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 26 Z

Digitized by Google

Lokomotive. Hansmann: Die Entwicklung der Dampflokomotive in Amerika in den letzten 20 Jahren. *Ztg. d. Ver. at. Eisenbahnverw.*, Jg. 1927, S. 242—244 Z
— Jung, E.: Hundert berühmte Lokomotiven. *Hanomag-N.*, Jg. 1927, S. 114—121 Z
— Locomotive history of the Stockton and Darlington railway, 1825—1876. *The Locomotive railway carriage and waggon review*, Jg. 1925, S. 43—45, 85—87, 121—123, 154—157, 182—184, 300—301, 322—323, 346—347; Jg. 1926, S. 93—94, 256—257, 362—363, 403—404, 37 Abb. Z
— Lomonossoff, G.: Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive. *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, Jg. 1926, S. 347—354, 365—371 Z
— Metzeltin: Fortschritte des Lokomotivbaues in den letzten 50 Jahren. *Hanomag-N.*, Jg. 1926, S. 153—156, 3 Abb. Z
— The early Great Western standard gauge engines. *The Locomotive railway carriage and waggon review*, Jg. 1925, S. 189—191, 227—228, 293—296, 325—327, 351; Jg. 1926, S. 28—30, 52—54, 95—96, 126—127, 157—159, 191—192, 223—224, 248—249, 298—300, 322—324, 350 bis 352 m. 54 Abb. Z
— The Locomotive History of the Great Indian Peninsula Railway. *The Locomotive*, Jg. 1927, S. 24—25 Z
— The Locomotive history of the Great Indian Peninsula railway. *The Locomotive railway carriage and waggon review*, Jg. 1926, S. 111—114, 142—145, 182—185, 227 bis 229, 289—290, 329—330, 365—366, 395—398; Jg. 1927, S. 24—25 m. 34 Abb. Z
— Wernekke: „Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues." *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, Jg. 1927, S. 170—175, 4 Abb. Z
— s. a. Gebirgslokomotive, Hick
Lorenz. Frey: Wilhelm Lorenz. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 932 Z
Lübeck, Freie Reichsstadt, 1226—1926. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 20 Z
— **Ind.-Gesch.** s. Eisenbahn
Luftfahrt. Bleistein, W.: Die technische Entwicklung der Schütte-Lanz-Luftschiffe. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 33 Z
— Brown, C. L. M.: The Conquest oft the Air. An Historical Survey. London: Oxford University Press, Humphrey Milford. × B
— Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909—1925. Hrsg. Johann Schütte. München u. Berlin: Oldenbourg 1926. 152 S., 30 Abb. B
— Engberding: Luftschiff und Luftschiffahrt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Berlin: VDI-Verl. 1926. 272 S., 119 Abb. B
— Winchester, Clarence: Flying Men. Their Machines. London, Paris and Toronto: Dent & Sons 1926. New York: Dutton & Co. 1926. 242 S., zahlr. Bildn. u. Abb. B
— s. Segelflug
Luftschiff. Baunach, M.: Die Entwicklung der Luftschiffahrt. Innsbruck-Wien-München: Tyrolia A.-G. 1927. × B

Magdeburg, Ind.-Gesch. Magdeburger Wirtschaftsleben in der Vergangenheit. Hrsg. v. d. Industrie- u. Handelskammer zu Magdeburg. Magdeburg: Eilers 1927. × B
Mähmaschine. Nachtweh, A.: 100 Jahre Bellsche Mähmaschine. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 50 Z
Mansfeld s. Bergbau
Markscheidekunst s. Vermessungswesen
Maschinenbau s. Ehrhard & Sehmer, Rechenmaschine, Lager
Maschinenbauschule. Festschrift zur 75jährigen Gründungsfeier der Vereinigten Staatlichen Maschinenbauschulen Würzburg Z
— Staatliche Vereinigte Maschinenbauschulen Magdeburg. Ihre Entw. u. Einrichtung; ihre Aufgaben und Ziele. Magdeburg 1926, 34 S., 33 Abb. B
Maschinenindustrie. Boer, M. G. de: Hondered jaar Maschineindustrie op Oostenburg. Amsterdam 1927 B
— Krupp, Friedrich: Gegenwart und Zukunft der deutschen Maschinenindustrie. Berlin: Springer 1926. 127 S., 34 Abb. B
Mathematik. Courant, R.: Bernhard Riemann und die Mathematik der letzten hundert Jahre. *Die Naturwissenschaften*, Jg. 1926, S. 813—818 Z
— Hoppe, Edmund: Die Entdeckung der partiellen Differentialgleichungen. Leipzig: Vogel 1927. Hrsg. von Julius Schuster. × B
Mathematik. Mahnke, Dietrich: Neue Einblicke in die Entdeckungsgeschichte der höheren Analysis. *Aus der Abhandlg. d. Preuß. Ak. d. Wissensch. 1925.* Berlin: Gruyter 1926. × B
— Rufini, Enrico: Il Metodo di Archimede e le origini dell' analisi infinitesimale nell' antichità. *Per la storia e la filosofia delle matematiche, Nr. 4.* Roma: Stock 1926. 293 S. B
— s. a. Cheopspyramide
Mecklenburg, Ind.-Gesch. s. Eisenbahn
Metallkunde. Corse, W. M.: Metallurgy Fifty Years ago and now. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 892—895 Z
— Campbell, William: Die letzten 25 Jahre der Metallographie. Fortschritte auf dem Gebiete der Metallographie in den vergangenen 25 Jahren. × B
— Garland, H.: Ancient Egyptien Metallurgy. London: Griffin & Co. 1927. × B
— Rhodin, John G. A.: Mining and Metallurgy in Sweden. *The Engineer*, Jg. 1926, S. 136—139, 168—170 Z
— Rosenhain: Modern Metallurgy and Ancient Industries. *Engineer*, Jg. 1926, S. 287—288 Z
— Sheffield and Metallurgical Development. *Engineering*, Jg. 1926, S. 43—44 Z
— s. a. Aluminium, Eisen, Gmünd, Platin, Nickel
Mittelalterliche Techn. Marx, E.: Bericht über ein Dokument mittelalterlicher Technik *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 317 bis 321, 13 Abb. Z
— s. a. Bauwesen, Biringuccio, Bergbau, Bergarbeiter, Giuliano da San Gallo, Technologie
Möbelindustrie s. Thonet
Mühlenbau. Taschenbuch des Müllers. Hrsg. v. d. Miag Mühlenbau u. Industrie A.-G. Braunschweig, Frankfurt a. M., Berlin, Dresden. 8. Ausg. 1927. × B
Mülhausen, Ind.-Gesch. Centenaire de la Société Industrielle de Mulhouse. La société industrielle son activité et ses créations de 1826—1926. Mulhouse: Bader & Co. 1926. × B
München, Ind.-Gesch. s. Straßenbahn
Münzwesen. Fischer, Hugo: Beitrag zur Geschichte der Dresdner Münze (1556—1887). *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 223—247, 10 Abb. Z
Museum. Weyrich, Edgar: Straße und Museum als Geschichtsquelle. Gezeigt an dem Beispiel Wien. Prag, Wien, Leipzig: Haase 1926. 338 S. B
— Häneke, Hans: Die technischen Museen 1927. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 153—154 Z
— Nägel: Soho Foundry. Ein Besuch in Soho Foundry in Birmingham, wo James Watt seine erste Dampfmaschine baute. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 17 Z
— s. a. Deutsches Museum, Science Museum

Newcomen Society, The — for the study of the history of Engineering and Technology Transactions 1924—1925. London: The Courier Press, Leamington Spaa 1926. 136 S., zahlr. Abb. B
Nickel s. Bergbau
Nobel. Darmstädter, L.: Alfred Nobel z. 30. Todestag. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 49 Z
Norwegen, Ind.-Gesch. s. Silberbergbau

Oberhofer. Salmang, H.: P. Oberhofer. (Nachruf.) *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 1269 Z
Öl. Großley, M. L.: A Century of Aniline Oil. *The Chemical Age*, Jg. 1926, S. 268 Z
— s. a. Standard Oil Co.
Ölfeuerung. Schulz, Bruno: Die technische Entwicklung der Oelfeuerung. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 106—120, 13 Abb. Z
Ölgewinnung s. Patison.
Örlikon, Maschinenfabrik — 1876—1926. Als Manuskript gedruckt. Zürich: 1926. 191 S., zahlr. Abb. B
Oesterreich, Ind.-Gesch. s. Steinkohle
Ofenplattenguß. Rathgen, Bernhard: Der Ofenplattenguß gegen Ende des 15. Jahrhunderts in Gräflich Solmsschen Hütten. *St. u. E.*, Jg. 1926, S. 254—257 Z
Ohm. 100 Jahre Ohm'sches Gesetz. *Schweiz. Bauztg.*, Jg. 1927, S. 288—289 Z
— s. a. Elektrotechnik
Ohmsches Gesetz. Hoppe, Edmund: 100 Jahre Ohmsches Gesetz. *ETZ*, Berlin 1927, S. 561—563 Z
Optik. Gentil, Karl: Die Optik und die optischen Instrumente. Der Werdegang der Entdeckungen und Erfindungen. Heft 7. Hrsg. v. Fr. Dannemann. × B

Digitized by Google

Optik. Hoppe, Edmund: Geschichte der Optik. Leipzig: Weber 1926. 263 S., 20 Abb. B
— s. a. Brille, Fraunhofer, Glas
Ostwald, W.: Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Berlin: Klasing & Co. 1927. 1. Bd.: 268 S., 2. Bd.: 444 S. 1 Bildn. B

Papier. Hausen, J.: Die Geschichte der Papierindustrie auf der Jahresschau Deutscher Arbeit Dresden 1927. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 154—155, 2 Abb. Z
— Hößle, Friedr. v.: Bayerische Papiergeschichte. (Forts. zum Fest- u. Auslandheft 1926.) *Der Papierfabrikant*, Jg. 1927, S. 102 ff. (9. Forts.), zahlr. Abb. Z
— 100 Jahre Papierfabrikation Sandow. Die Paul Steinbock A.-G. *Der Papierfabrikant*, Jg. 1927, S. 291—292 Z
— Martell, P.: Zur Geschichte der Papierindustrie in Westfalen. *Der Papierfabrikant*, Jg. 1926, S. 609—613 Z
— Thiel, Viktor: Geschichte der Papiererzeugung und des Papierhandels in Steiermark. Jg. 1926, 34 S., zahlr. Abb. Z
Patentamt. Das Reichspatentamt 1877—1927. Rückblick auf sein Werden und Wirken. Hrsg. v. Reichspatentamt. Berlin: Heymann 1927. 129 S. m. Abb. B
— Rösing, B.: Fünfzig Jahre Patentamt. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 909—913, 4 Abb. Z
— Techniker und Juristen. Erinnerungen und Betrachtungen. Dem Reichspatentamt zum 50-jähr. Jubiläum von ehemaligen Mitgliedern. Berlin: C. Heymann 1927. 109 S. B
Patentgesetz. Herzfeld, H.: Zum 50jährigen Bestehen des Patentgesetzes. *ETZ*, Jg. 1927, S. 1018 Z
— Toussaint, Hanns-Emile: Die Entwicklung des deutschen Patentrechts und die Einflüsse ausländischer Gesetzgebung. *Techn. u. Wirtsch.*, Jg. 1927, S. 152—154 Z
— Wiegand, C.: Entwicklung des deutschen Patentwesens und Patentrechts, insbesondere die Entwicklung der technisch-rechtlichen Begriffe unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie. *Zs. f. angew. Chem.*, Jg. 1927, S. 609—613 Z
— s. a. Erfindung, Galilei
Patison. Brownlie, David: Notes on a Neglected Worthy John Patison of Airdrie. *N.S.T.*, Bd. V., S. 45 bis 52, 1 Bildn., 1 Abb. Z
Perpetuum mobile. Neuburger, A.: Das Perpetuum mobile. *Das Werk*, Jg. 1927, S. 58—61 Z
Petroleum. Chemical Engineering progress in petroleum refining. *Chem. Metall Engg.*, Jg. 1927, S. 238—241 Z
— Howard, Frank A.: Fifty Years in the Petroleum Industry. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 936—938 Z
— Parisch, F. William: The Distillation of Petroleum for the Manufacture of Lubricating Oils. *Journal of the Franklin Institute*, Jg. 1927, S. 781—808, 17 Abb. Z
Pfalz, Ind.-Gesch. Sprater, Fr.: Die pfälzischen Industrien in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. *Heimatkundliche Veröffentlichungen des Historischen Museums der Pfalz in Speyer, Heft 2.* Neustadt a. d. Haardt: Witter 1926. 31 S., 25 Abb. B
Photographie. Mees, C. E. K.: Fifty Years of Photography. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 915—916, 4 Abb. Z
Physik. Geiger, H. u. K. Scheel: Handbuch der Physik. Bd. I.: Geschichte der Physik. Vorlesungstechnik. Berlin: Springer 1926. 404 S., 162 Abb. B
— Hoppe, Edmund: Die Geschichte der Physik. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1926. 536 S. B
Platin. Krusch: Die Geschichte des Platins, d. Platinvorkommen u. der Platinmarkt nach der Entdeckung der bedeutenden südafrikanischen Lagerstätten. *Gewerbefleiß*, Jg. 1926, S. 213—222, 15 Abb. Z
— Rabe, H.: Platin und die Tentelewsche Chemische Fabrik. *Zs. f. angew. Chem.*, Jg. 1926, S. 1406—1411 Z
Pommern, Ind.-Gesch. s. Gießerei
Porzellan. Kalkschmidt, Eugen: Der Goldmacher Joh. Fr. Böttger und die Erfindung des europäischen Porzellans. Stuttgart 1926 B
Post. Le Roy, R. Hafen: The overland mail, 1849—1869; promoter of settlement, precursor of railroads. Cleveland: Clark 1926. 361 S. m. Abb. B
Postmuseum. Hoheisel: Zur Neueröffnung der Abteilung „Radiotechnik" im Postmuseum in Wien. *Zs. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver.*, Jg. 1927, S. 260—261, s. a. a. O. S. 153—154 Z
Presse s. Tipitipresse
Preußen, Ind.-Gesch. Dickmann, H.: Das Bergische Land um 1750. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 158—159 Z
Preußen, Ind.-Gesch. s. Gewerbe
Pulverwaffe. Rathgen, Bernhard: Die Pulverwaffe in Indien. München 1926. 43 S., 5 Abb., 6 Taf. B

Radio s. Postmuseum
Rechenmaschine. Brauner, Ludwig: Wichtige Abschnitte in der Rechenmaschinen-Entwicklung. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 248—260, 9 Abb. Z
Reederei s. Germanischer Lloyd
Reproduktionstechnik. Albert, E.: Fünfzig Jahre Reproduktionstechnik, 1876—1926. 2. erw. Aufl. München 1926. × B
Revisionsverein. Badischer Revisionsverein mit dem Sitze in Mannheim, 1866—1926. Mannheim: Gengenbach & Hahn 1926. 56 S., 13 Abb. B
Rhein s. Flußbau
Rheinland, Ind.-Gesch. s. Eisen, Zuckerindustrie
Rheinschiffahrt. Frey, Jean Rich.: Die Entwicklung der Rheinschiffahrt nach Basel. Zürich: Füßli 1926. × B
Riemann s. Mathematik
Ringofen. Hielscher, A.: Der Ringofen im Wandel der Zeit. *Tonind.-Ztg.*, Jg. 1927, S. 225—228, 13 Abb. Z
Röchling. Nutzinger, Rich.: Karl Röchling. Das Lebenswerk eines Großindustriellen. Völklingen-Saarbrücken: Gebr. Hofer A.-G. 1927, 181 S. m. Bildn. u. Abb. B
Roheisenverband. Klotzbach, Arthur: Der Roheisenverband. Ein geschichtlicher Rückblick auf die Zusammenschlußbestrebungen in der deutschen Hochofen-Industrie mit 22 Beil. Düsseldorf: Stahleisen G. m. b. H. 1926. 277 S., 6 Taf. B
Rohrpost. Wilke, G.: Zum 50jährigen Jubiläum der Berliner Stadtrohrpost. *Archiv f. Post und Telegraphie*, Jg. 1926, S. 12, 301—302. × Z
Rotor s. Flettner
Ruhrverband. Imhoff, K.: Der Ruhrverband. Essen 1926. Berlin-Dahlem: Wasser 1926. 29 S., zahlr. Abb. 1 Karte B
Rußland, Ind.-Gesch. s. Chemie, Lokomotive

Sattlergewerbe. Wewezer, Walter: Geschichte des Sattlergewerbes. Eine Quellenforschung. Berlin: Bath 1926. 152 S. B
Schaefer & Schael. Metallhüttenwerk Schaefer & Schael A.-G. Breslau. Denkschrift anläßlich des 25jährigen Bestehens. Breslau 1926, 28 S. m. Abb. B
Schiffahrt. Arnecke, Albert: Zur hundertjährigen Jubelfeier der preuß.-rheinischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft. *Zs. f. Binnenschiffahrt*, Jg. 1926, S. 5, 33. 186—189 Z
— s. a. Dampfschiffahrt, Kaiser-Wilhelm-Kanal, Rheinschiffahrt, Seewesen, Segelschiff, Weserschiffahrt
Schiffbau. Beiträge zur Geschichte des Schiffbaues, des Hafens und der Schiffahrt von Danzig. Danzig: Danziger Verlagsgesellschaft m. b. H. 1926 B
— Crone, G. C.: Nederlandsche Jachten, Binnenscheepen, Visschersvaartuigen . . . 1650—1900. Amsterdam 1926. 309 S., 77 Taf. × B
— Köster, August: Modelle alter Segelschiffe. Berlin: Wasmuth 1926. 29 S., 124 Taf. B
— Niederländischer Schiffbau im 18. Jahrhundert. *Schiffbau*, Jg. 1926, S. 739—742 Z
— Smith, G. Elliot: Ancient Mariners and the Spread of Early Civilisation. *Scientific American*, Jg. 1926, S. 293—294, 7 Abb. Z
— s. Unterseeboot, Seewesen
Schiffselektrotechnik. Ein Beitrag zur Geschichte der Schiffselektrotechnik. *Elektrotechnische Zeitschrift*, Jg. 1926, S. 1492—1494 Z
Schiffsregister, 200 Jahre —. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 9 Z
Schlesien, Ind.-Gesch. Freymark: Schlesiens Bedeutung für die deutsche Wirtschaft und Kultur. Schrif-

Digitized by Google

ten der Industrie- u. Handelskammer, Heft 1. Breslau: Selbstverlag 1926. 39 S. B
— s. a. Steinkohle

Schrämmaschine. Hoffmann, H.: Bau- und Handhabung der deutschen Schrämmaschinen. *Glückauf*, Jg. 1927, S. 1001—1011, 19 Abb. Z

Schulwesen, techn. s. Gewerbeschule, Maschinenbauschule

Schweden, Ind.-Gesch. s. Bergbau, Jern-Kontoret

Schweiz, Ind.-Gesch. s. Bauwesen, Eisenbahn

Schwertschmiede. Weyersberg, Albert: Solinger Schwertschmiede des 16. und 17. Jahrhunderts und ihre Erzeugnisse. Solingen: Verein für Technik und Industrie 1926. 80 S., 250 Zeichenabb., 32 Taf. B

Science Museum: Catalogue of the Collections in the Science Museum South Kensington. Chemistry. Hrsg. von A. Barclay. London 1927. × B

Seebeck. Darmstädter, Ludwig: Thomas Johann Seebeck. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 17 Z

Seewesen. Voigt, Chr.: Vom Seewesen aus der Zeit des Vitruv. *Schiffbau*, Jg. 1926, S. 369—370 m. 3 Abb. Z
— s. a. Ballin, Flettner, Germanischer Lloyd, Leuchtfeuer, Leuchtturm, Schiffbau, Schiffselektrotechnik, Segelschiff, Unterseeboot

Segelflug. Feldhaus, F. M.: Altmeister d. Segelfluges. Eine Studie. Berlin-Lichterfelde: A. Schultz 1927. 32 S., 19 Abb. B

Segelschiff. Anderson, Romola: The Sailing Ship. 6000 Years of History. London: Harrap & Co. 1927. 212 S., 134 Abb., 16 Taf. B
Moore, Sir Allan: Sailing ships of war 1800—1860. Including the Transition to steam. London u. New York 1926. 78 S., 90 Bildtaf. B
— Romala u. R. C. Anderson: The Sailing Ship: Six Thousand Years of History. London: Harrap 1926. × B
— Chatterton, E. K.: The Ship under Sail. The Splendour of the Sailing Ship trough the Ages. London 1926. 224 S., 24 Taf. × B

Seidenherstellung. Vester: Seidenbau und Seidenfabrikation in Magdeburg (18. Jahrhundert). *Elbe*, S. 151—160. × Z

Seife. Ittner, Hill Martin: Progress in the soap Industry during the last Fifty Years. *Industrial and Engineering Chemistry*, Jg. 1926, S. 908—910 Z

Siebketten, elektr. Zur Geschichte der elektrischen Siebketten. *Arch. f. Elektr.*, Bd. 18, S. 78 Z

Siegerland, Ind.-Gesch. Gamann, H.: Aus der Industriegeschichte des Siegerlandes. Eisen- und Kupferindustrie. Bd. 1. Siegen: Selbstverlag 1926. 80 S. B

Siemens, Friedrich Carl v.: Friedrich Siemens zum hundertsten Geburtstage. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1926, S. 1629 bis 1633, 1 Abb. Z

Silberbergbau. Storen: Kongsberg solvverks historie i hovedtrekk. *Techn. Ukebl.*, Jg. 1927, S. 195 ff., 210 bis 213 ff. Z

Solingen, Ind.-Gesch. Günther, Julius: Beiträge zur Siedlungsgeschichte d. Wupperlaufes im Solinger Gebiet. *Zs. d. Ver. f. Techn. u. Ind. Solingen*, Jg. 1926, S. 67—73 Z
— Weyersberg, Albert: Solinger Schwertschmiede des 16. und 17. Jahrhunderts und ihre Erzeugnisse. *Zs. d. Ver. f. Techn. u. Ind. Solingen*, Jg. 1926, Nr. 7 Z
— s. a. Schwertschmiede

Spiegeleisen. Capito, Paul: Erzeugung von Spiegeleisen, weißem und grauem Roheisen im Siegerland vor 50 Jahren. *St. u. E.*, Jg. 1926, S. 1394—1397 Z

Spinnerei s. Faserstoffherstellung

Spiritus. Geisler, Kurt W.: Zur Geschichte der Spirituserzeugung. Unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Brennereien. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 94—105, 7 Abb. Z

Stacheldraht. Dickmann, H.: Die Erfindung des Stacheldrahtes. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 161, 5 Abb. Z

Stahlindustrie. Heiden, Otto v. d.: Die Kartelle in der Altonaer Stahlindustrie 1764—1822. *Kartell-Rdsch.*, Jg. 1926, S. 216—226 Z
— s. a. Eisen

Standard Oil Co. Tarbell, Ida M.: History of the Standard Oil Co. New York: Macmillan Co. × B

Steinkohle. Drapala, R.: Wie die Steinkohle zu Schles.-(Poln.-)Ostrau wirklich entdeckt wurde. *Montanistische Rundschau*, Jg. 1927, S. 235—238 Z
— Schroth, Kurt: Aus der Geschichte des oberschlesischen Steinkohlenbergbaues. *Oberschles. Wirtschaft*, Jg. 1927, S. 222—226 Z

Steinindustrie. Behn, Fr.: Steinindustrie des Altertums. *Kulturgeschichtlicher Wegweiser durch d. Röm.-Germ. Central-Museum.* Heft 10. Mainz: Wilkens 1926. 68 S., 30 Abb. B

Stinnes. Bork, Heinr.: Die Firma Stinnes im Jahre 1848. *Zs. f. handelswissenschaftl. Forschung*, Jg. 1926, S. 325—329 Z

Straßenbahn. 50 Jahre Münchener Straßenbahn 1876 bis 1926. München 1926. 121 S., zahlr. Abb. B
— Schöller: 50 Jahre Münchener Straßenbahn 1876 bis 1926. Aus Anlaß des 50jährigen Bestehens der Münchener Straßenbahn. München: Selbstverlag 1926, 126 S., zahlr. Abb. B
— Uhlig, H., Die Entwicklung der Straßenbahnen und Kleinbahnen im Bergischen Land. *Verkehrstechnik*, Jg. 1926, S. 104—106 Z

Straßenbau. Birk, Alfred: Straßenbau in Altchina. *Ing. Zs.*, Jg. 1927, S. 49—51, 73—74, 90—92 Z
— Herbst, Albert: Die alten Heer- und Handelsstraßen Südhannovers und angrenzender Gebiete nach archivalischem Material auf geographischer Grundlage dargestellt. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1926. 165 S., 1 Karte B
— Richard, W.: Verkehrsstraßen Nordhannovers. *Verkehrstechnik*, Jg. 1926, S. 107 Z

Talsperrenbauten der alten Kulturvölker. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 11 Z

Technik. Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik. Hrsg. Julius Schuster, Leipzig 1927. 10. B. Heft 1—3. — s. a. a. O. S. 156 Z
— Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik von den Urerfindungen bis zur Gegenwart. 2. Bd. 2. Aufl. Leipzig: Brandstetter 1924—1926. 310 S., 196 Abb. B
— Horwitz, Hugo Th.: Beiträge zur Geschichte der außereuropäischen Technik. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 290 bis 298, 1 Abb. Z

Techn. Hochschule. 100 Jahre Technische Hochschule Stockholm. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 37 Z

Techniker u. Jurist s. Patentamt

Techn. Kulturdenkmäler. Matschoß, C.: Techn. Kulturdenkmäler. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 123—152, 92 Abb. Z

Technologie. Theobald: Was sagt uns die Schedula diversarum artium des Theophilus presbyter? *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 217—222 Z

Telephon. Mönch, C. O.: Mikrophon und Telephon. Einschließlich der Lauthörer (Lautsprecher). Ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Bedeutung im Nachrichtenwesen besonders im Rundfunk. Berlin: Hermann Meußer. 162 S., 82 Abb. B
— Pound, Arthur: The Telephone Idea. Fifty Years After. New York: Greenberg 1926. 55 S. B
— Rotth, Aug.: Das Telephon und sein Werden. Berlin: Springer 1927. 146 S., 33 Abb. — s. a. a. O. S. 163 bis 164 B
— Telephone Jubilee. *Engineer*, Jg. 1926, S. 14—15, 495 Z
— The Semi-Centennial of the Telephone. *Bell Telephone Quarterly. Medium of Suggestion and a Record of Progress.* New York: American Telephone & Telegraph Co. Jg. 1926, S. 1—57 Z
— Watson, Thomas, A.: The Birth and Babyhood of the Telephone. Chicago: Semi-Centennial Edition 1926. 43 S., 17 Abb., 6 Bildn. B
— s. Bell, Lamme, a. a. O. S. 163—164

Textilwesen s. Faserstoffindustrie, Zeugdruck

Theophilus s. Technologie

Thermometer. Fischer, H.: Die Entwicklung der Thermometerindustrie in Thüringen. × B

Thonet. Heller, Hermann: Michael Thonet, der Erfinder und Begründer der Bugholzmöbelindustrie. Lebens- und Charakterbild. Brünn: Selbstverlag 1926. 50 S. m. Bildn. u. Abb. B

Thyssen, August: Biographie und Kunstdruck. *St. u. E.*, Jg. 1926, S. 661—664 Z

Tipiti-Presse. Horwitz, Hugo, Th.: Der Streit über die Tipiti-Presse. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 159—161, 1 Abb. Z

Tonindustrie. 50 Jahre Tonindustrie-Zeitung. Chemisches Laboratorium für Tonindustrie und Tonindustrie-Zeitung. Hrsg. v. H. Seger u. E. Cremer. Berlin: Selbstverlag 1926. 102 S., zahlr. Abb. B
— Schneider: Zur Geschichte der Tonindustrie des Westerwaldes. *Keramische Rdsch.*, Jg. 1926, S. 229 bis 230, 247—249 Z

Digitized by Google

Tonindustrie s. a. Ringofen
Transformatorenbleche. Dickmann, H.: Aus der Geschichte der Transformatorenbleche. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 163 B
— Klein, H. A.: Aus der Geschichte der Transformatorenbleche. Verfolgung der Vorschläge v. Prof. E. Gumlich u. H. Kamps. Vorläufer in England. Praktische Einführung u. Entwicklung. *St. u. E.*, Jg. 1926, S. 1052—1054 Z
— Klein, H. A.: Aus der Geschichte der Transformatorenbleche. Festschrift z. 50jährigen Bestehen der Fa. Capito & Klein, Benrath. S. a. a. O. S. 163 × B
Tschechoslovakischer Ingenieur-Verein s. Ingenieur
Turbine. Fourneyron: Le centenaire de l'invention de la turbine hydraulique. *Le Génie Civil*, Nr. 25, Jg. 1927, S. 607—608 Z
— Korn, H.: Zur Geschichte der beweglichen Laufradschaufeln. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1927, S. 195, 2 Abb. Z
— Prasil: Die Entwicklung der Turbinenanlagen. *Schweiz. Bauztg.*, Jg. 1926, S. 27—28; Jg. 1927, S. 46 bis 47 Z
— Tielsch, Kurt: Die AEG-Turbine im Elektrizitätswerkbetrieb. *AEG-Mittlg.*, Berlin 1926, S. 133—148, 41 Abb. Z

Uhr. Bassermann-Jordan, Ernst v.: Alte Uhren und ihre Meister. Leipzig: Diebener 1926. 179 S., 164 Abb., 8 Farbentaf. B
— Feldhaus, F. M.: Die Schmalkaldener Turmuhr. *Deutsche Uhrmacher-Ztg.*, Jg. 1926, S. 1011—1012 Z
— Leitgeb, Guido: Eine Breslauer Kunstuhr von Christian Wagner. *Deutsche Uhrmacher-Ztg.*, Jg. 1926, S. 744—746 Z
— Loeske, H.: Die Uhren in den letzten 50 Jahren. *Deutsche Uhrmacher-Ztg.*, Jg. 1926, S. 960—966 Z
— Loeske, M.: Zur Geschichte von Zugfeder und Schnecke. *Deutsche Uhrmacher-Ztg.*, Jg. 1926, S. 866 bis 870 Z
— Werland, Peter: Die Entstehung und Entwicklung der Monumentaluhren. *Deutsche Uhrmacher-Ztg.*, Jg. 1926, S. 1072—1075 Z
Ulm s. Gewerbeschule
Unterricht. Klein, Felix: Frankreich und die École Polytechnique in den ersten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts. *Die Naturwiss.*, Jg. 1927, S. 43—49 Z
Unterseeboot. Maydorn, Dietrich: Der Brandtaucher, das erste deutsche Unterseeboot Wilhelm Bauers. Berlin: Mittler & Sohn 1926. 33 S., 9 Abb. B
— Mengeringhausen, M.: Zur Geschichte des Unterseebootes. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 316—317, 2 Abb. Z

Vaucanson. Darmstädter, Ludwig: Jacques de Vaucanson und seine Automaten. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 11 Z
VEI. Ein Rückblick auf die fünfundzwanzigjährige Tätigkeit des Verbandes deutscher Elektro-Installationsfirmen E. V. 1902—1927. Im Auftrage des Verb. hrsg. v. H. Buchwald. Frankfurt a. M.: Selbstverlag 1927. 152 S. 4 Abb., 1 Karte B
Verein s. Ingenieur, VEI
Verkehr. Kirkaldy, Adam W. and Alfred Dudley Evans: The history and economics of transport. London: Pitman 1927. 438 S. × B
— s. Droschke, Eisenbahn, Flußbau, Post, Rohrpost, Schiffahrt, Straßenbau
Vermessungskunde. Lüdemann, Karl: Zur Vorgeschichte der Freiberger Aufstellung. Beiträge zur Geschichte des geodätischen und markscheiderischen Messungswesens und der vermessungstechnischen Instrumentenkunde Nr. 3. *Zs. f. Instrumentenkunde*, Jg. 1926, S. 614—622 Z
Vitruv s. Seewesen
Voigtländer. Kurzel-Runtscheiner: Friedrich Voigtländer und sein Dampfkraftwagen. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 5 Z
Volta. Mieli: Alessandro Volta. *Coll. „Profili"*. Rom: Formiggini 1927 × B
— Mieli, Aldo: Alessandro Volta. Zur Gedenkfeier an seinen 100jährigen Todestag. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 51—54, 1 Abb. Z
Voß s. Blohm & Voß

Wärmewirtschaft s. Abwärme
Warenzeichen. Bieler, F. B.: Fabrik- oder Warenzeichen im Bergischen Lande. *VDI-N.*, Jg. 1927, Nr. 9 Z
Warkaus works. A short historical Sketch, Warkaus 1926. 61 S., zahlr. Abb. B
Wasserbau. Mehmke, R. L.: Beitrag zur Geschichte des Wasserbaus im alten Ägypten. *B.G.T.*, Jg. 1926, S. 280 bis 289, 10 Abb. Z
Wasserhaltung. Philippi: Von der Cornwall-Wasserhaltung bis zur elektromotorisch angetriebenen Hochdruckkreiselpumpe. *Elektr. i. Bergbau*, Jg. 1927, S. 90 bis 95 Z
Wasserkraft s. Turbine
Welthandel. Langenbeck, Wilhelm: Geschichte des Welthandels der Neuzeit. Leipzig: Weber 1926. 215 S. B
Werft. Zetzmann, E.: Werdegang der Werften Hamburgs. *Z. d. V. d. I.*, Jg. 1926, S. 807—810, 6 Abb. Z
— s. Blohm
Werkzeugmaschine. Roe, J. W. u. H. Wagemann: Aus der Geschichte der amerikanischen Werkzeugmaschinen. *B.G.T.*, Jg. 1927, S. 106—116, 4 Abb. Z
— Schlesinger, G.: Die Arbeitsstätten des deutschen Werkzeugmaschinenbaues. *Werkstattstechnik*, Jg. 1926, S. 129—131, 162 Abb. Z
— s. a. Bohrmaschine, Zylinderbohrmaschine
Weserschiffahrt. Blase, Werner: Geschichtliche Entwicklung der Weserschiffahrt in der ersten Hälfte des 19. Jahrh. *Die Weser*, Jg. 1927, S. 237—246, 267 bis 274 ff., 8 Abb. Z
Westfalen, Ind.-Gesch. Seeger, Hans Joachim: Westfalens Handel und Gewerbe vom 9. bis 14. Jahrhundert. Berlin 1926. × B
Westfalia. Rückblick auf die ersten 100 Jahre des Bestehens der Eisenhütte Westfalia. 1826—1926. Lünen: Selbstverlag 1926. 35 S., 26 Abb., 1 Farbdruck B
Wheatstone. Memorial to Charles Wheatstone. *N.S.T.*, Bd. V, S. 99 Z
Whitney. Darmstädter, Ludwig: Eli Whitney, der Bahnbrecher der Serienfertigung. *VDI-N.*, Jg. 1926, Nr. 7 Z
Wien s. Museum
Windmühle. Hamilton, Edward, Pierce: Some Windmills of Cape Cod. *N.S.T.*, Bd. V, S. 39—44, 3 Abb. Z
Wirtsch.-Geographie s. Bergbau
Wolfram. Koppel, I.: Beitrag zur Entdeckungsgeschichte des Wolframs. *Chemikerztg.*, Jg. 1926, S. 969 bis 971 Z
Wollkämmaschinen. Wolf, Hans Richard: Über die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine und ihre technologische Arbeitsweise. Berlin: VDI-Verlag 1927. 108 S., 95 Abb., 3 Taf. B

Zellstoff s. Holzverwertung
Zement. Meade, Richard K.: The Portland Cement Industry. *Ind. a. Eng. Chem.*, Jg. 1926, S. 910—913. 2 Abb. — s. a. Chemie (Ruska) Z
Zeppelin s. Luftfahrt
Zeugdruck. Reinking, Karl: Die ältesten Bücher über den Zeugdruck. *Melliands Textilberichte*, Jg. 1927, S. 788—790 Z
Ziegelbau. Schubert, E. Rich.: Warum Ziegelbau? Eine Antwort aus Geschichte und Leistung der Ziegelindustrie. Berlin: Dt. Ton- u. Ziegel-Ztg. 1926. 92 S., zahlr. Abb. u. Taf. B
Zink s. Bergbau
Zuckerherstellung. Grotkass: Geschichte der Zuckerfabrikation Deutsch-Oesterreichs von ihren ersten Anfängen bis 1830. *Zs. Zuckerind.*, Jg. 1926, S. 663 Z
— Ulrich: Zur Geschichte der Rübenzuckerfabrik Althaldensleben. *Die Zuckerindustrie*, Jg. 1926, S. 663 Z
— Brill: Ueber den Zucker, seinen Handel und die Anfänge seiner Industrie in den Rheinlanden während des 18. Jahrh. × B
Zylinderbohrmaschine. Forward, E. A.: The Early History of the Cylinder Boring Machine. *N.S.T.*, Bd. V, S. 24—38, 4 Taf. Z
— Häneke, Hans: Aus der Geschichte der Zylinderbohrmaschine. *B.G.T.*, 1927, S. 117—121, 12 Abb. Z

Digitized by Google

AUS DEM INHALT DER BÄNDE 1-17

Um einen Überblick über die bisher erschienenen Arbeiten zu geben, sind diese in größeren Gruppen zusammengefaßt. Naturgemäß greifen die einzelnen Aufsätze auch in andere Gebiete über, was besonders bei den biographischen Beiträgen zutrifft. Diese Zusammenfassung kann daher keineswegs als erschöpfend angesehen werden. Sie gibt aber einen umfassenden Überblick über den reichen Inhalt der bisher im Rahmen dieser Veröffentlichungen erschienenen Beiträge. [1 S. 73 bedeutet: 1. Band Seite 73]

A. Zur Geschichte der Kraftmaschinen:

Dampfkessel 1 S. 73, 9 S. 53, 15 S. 210.
Dampfkesselaufsicht 7 S. 62.
Dampfmaschinen 1 S. 251, 2 S. 168, 5 S. 230, 250, 284, 11 S. 202, 15 S. 285.
Gasmaschine 1 S. 205, 212, 6 S. 109, 11 S. 1.
Ölfeuerung 16 S. 106.

B. Aus der Geschichte des Berg- und Hüttenwesens:

Bergbau 5 S. 298, 8 S. 155, 11 S. 217, 15 S. 27, 126.
Bergmännische Kunst 12 S. 173.
Bergwerk 11 S. 143.
Eisenhüttenwesen 3 S. 79, 8 S. 117, 11 S. 95, 12 S. 1, 15 S. 148, 186.
Kohlenbergbau um Halle 16 S. 133.
Maschinen des deutschen Berg- und Hüttenwesens 1 S. 1.
Staat und Bergbau 15 S. 14.

C. Aus der Geschichte des Maschinenbaues:

Austauschbau 10 S. 163.
Druckmaschine 17 S. 1.
Festigkeitslehre 1 S. 108, 4 S. 158, 8 S. 35.
Holzbearbeitungsmaschinen 1 S. 176, 3 S. 61.
Lager 17 S. 162.
Maschinen von Marly 3 S. 131.
Maschinenbau 4 S. 96.
Pressen 14 S. 210, 17 S. 152, 159.
Schraubengewinde 14 S. 101.
Werkzeugmaschinen 3 S. 84, 223, 4 S. 105, 274, 292, 5 S. 73, 143, 273, 6 S. 1, 9 S. 97, 169, 10 S. 121, 11 S. 117, 17 S. 106.
Zahnräder 4 S. 242.
Zylinderbohrmaschine 17 S. 117.

D. Aus der Geschichte der Elektrotechnik:

Akkumulator 1 S. 145, 14 S. 242.
Blitzableiter 16 S. 183.
Dynamomaschine 1 S. 53, 7 S. 143, 11 S. 41.
Elektrizitätsversorgung 15 S. 178.
Fernsprecher 17 S. 163.
Hochfrequenztechnik 17 S. 55.
Isolator 17 S. 60.
Transformatorenblech 17 S. 163.

E. Aus der Geschichte des Verkehrswesens:

Brücken 17 S. 123 ff.
Eisenbahnen 7 S. 41, 11 S. 63, 14 S. 65.
Eisenbahnbremsen 14 S. 1.
Eisenbahnunfälle 17 S. 122.
Elektrische Bahnen 11 S. 39.
Güterzuglokomotive 11 S. 63.
„Holz- und Eisenbahn" Budweis—Linz 16 S. 14.
Kanalunternehmungen 4 S. 113, 13 S. 17.
Kriegsschiffbau 2 S. 1.
Leuchttürme 6 S. 35.
Lokomotiven 4 S. 333, 5 S. 158, 6 S. 152, 11 S. 63, 202.
Luftfahrwesen 8 S. 100.
Reichsstraßen 11 S. 75.
Schiffbau 11 S. 155.
Schiffsanker 9 S. 41.
Schleusen 9 S. 130.
Seekabelunternehmungen 1 S. 241.
Semmeringbahn 4 S. 333.
Straßenbahnwagen 5 S. 214.
Suëzkanal 13 S. 17.

F. Aus der Geschichte verschiedener Zweige der Technik:

Alkoholische Getränke 8 S. 56.
Aluminium 14 S. 121.
Apparatebau 13 S. 67.
Apparate für Farb-, Gerbhölzer und ihre Extrakte 13 S. 82.
Apparate für Fette und Öle 13 S. 73.
Apparate für Zuckerindustrie 13 S. 75.
Außereuropäische Technik 16 S. 290.
Automatentheater 1 S. 182.
Baumwollentkernmaschine 10 S. 155.
Baurecht 5 S. 124.
Bilderhandschriften 11 S. 179.
Bobbinetfabrikation 4 S. 63.
Brille 17 S. 30.
Buchdruck in Ostasien 8 S. 82.
Buchdruckerkunst 11 S. 89, 17 S. 1.
Chemie 14 S. 50.
Chemische Holzverwertung 16 S. 121.
Drahtherstellung 14 S. 193, 17 S. 161.
Drehbewegung 10 S. 180.
Edelmetallindustrie 17 S. 72.
Eisenbaukunst 10 S. 93.
Eisenbrücken 7 S. 82, 10 S. 93.
Eisengewinnung 11 S. 95.
Eisengießerei 2 S. 83, 90.
Eisenindustrie 8 S. 117, 9 S. 69, 15 S. 36, 148, 186, 17 S. 156, 157, 158.
Fallen und Selbstschüsse 14 S. 85.
Feinmechanik 9 S. 1.
Flammofenfrischen 3 S. 86.
Gasversorgung 15 S. 165.
Geschützbau 3 S. 163, 5 S. 143.
Glasindustrie 10 S. 55, 15 S. 226, 254.
Hammerwerk 17 S. 146.
Hebezeug 16 S. 262, 17 S. 126 ff.
Holzschutz 10 S. 66.
Ingenieurtechnik 3 S. 1.
Kältetechnik 8 S. 1.
Keltern 7 S. 127.
Keramik 12 S. 136.
Klingenindustrie 15 S. 281.
Kranbau 14 S. 130.
Kupfergewinnung 11 S. 115, 216, 17 S. 164.
Kupferschmiederei 13 S. 64, 15 S. 196, 17 S. 146.
Materialprüfungswesen 4 S. 147.
Mechanik 1 S. 84, 7 S. 25.
Messingindustrie 15 S. 196.
Mühle 5 S. 27, 11 S. 180, 17 S. 143 ff.
Papier 17 S. 154.
Patent 17 S. 24.
Photographie 2 S. 294.
Pulverwaffen 13 S. 1.
Rechenmaschinen 3 S. 147, 16 S. 248.
Samtindustrie 15 S. 276.
Schokolade und Schokoladeindustrie 13 S. 125.
Schreibmaschine bis 1900 13 S. 89.
Schuhfabrikation 3 S. 185.
Schwertindustrie 15 S. 262.
Sicherheitszünder 6 S. 55.
Spiegelglasindustrie 15 S. 254.
Spirituserzeugung 16 S. 94.
Stacheldraht 17 S. 161.
Technikgeschichte 7 S. 169, 10 S. 175, 11 S. 179, 185, 17 S. 153, 156.
Technische Deputation 3 S. 239, 11 S. 4.
Technische Kulturdenkmäler 17 S. 123.
Textilindustrie 4 S. 309, 12 S. 61, 17 S. 89.
Theophilus 16 S. 217.
Trockenapparate 13 S. 72.
Vakuumverdampfung 1 S. 118.
Wärme 10 S. 42.
Wasserbau in Ägypten 16 S. 280.
Wasserhebevorrichtung 8 S. 121, 17 S. 24, 132 ff.
Wasserversorgung 12 S. 124, 15 S. 173, 17 S. 132 ff.
Zentralheizung 3 S. 276, 13 S. 86.
Zuckerindustrie 15 S. 245.

G. Aus der Industriegeschichte:

Aachen - Stolberger Messingindustrie 15 S. 196.
Allgemeine Elektricitätsgesellschaft 1 S. 53.
Augsburger Industrie und Gewerbe 14 S. 155, 17 S. 80.
Badische Anilin- und Sodafabrik 15 S. 294.
Berliner Elektrizitätswerke 7 S. 1.
Bleichert & Co. 16 S. 199.
Bleistiftfabrik J. Faber 16 S. 314.
Brückenbauanstalt Gustavsburg 10 S. 93.
A. Büttner & Cie. 15 S. 221.
Continental A.-G. 16 S. 313.
Deutsche Industriegeschichte 14 S. 262.
Didier, Stettiner Chamottefabrik, 16 S. 309.
Dresdener Münze 16 S. 223.
Duisburger Kupferhütte 17 S. 164.
Eisenwerk in Laufach 16 S. 304.
Gasmotorenfabrik Deutz 1 S. 212, 11 S. 1, 15 S. 285.
Gebrüder Sulzer 2 S. 148.
Gebr. Körting 1 S. 200.
Gesellschaft für Lindes Eismaschinen 8 S. 1.
Gewehrfabrik in Spandau 4 S. 27.
Gewerkschaft Quint 15 S. 190.
Gmünder Edelmetallindustrie 17 S. 72.
Gutehoffnungshütte 2 S. 236.
Hannoversche Maschinenbau-A.-G. 11 S. 197.
C. J. Heckmann 13 S. 61.
I. A. Henckels 15 S. 281.
Huppe & Bender 15 S. 294.
Klein, Schanzlin & Becker 15 S. 291.
Königshütte 12 S. 1.
Koenig & Bauer 17 S. 1.
Kunstseidefabrik Fr. Küttner 16 S. 312.
Maschinenfabrik Augsburg - Nürnberg 5 S. 244, 9 S. 53.
Maschinenfabrik R. Wolf 4 S. 1.
Nadelfabrik Schmauser 16 S. 308.

Digitized by Google

Remy & Co. 3 S. 86, 8 S. 118.
Rheinische Glashütten-A.-G. 15 S. 299.
Seraing, Société John Cockerill 10 S. 103.
Solinger Industrie 7 S. 84, 12 S. 190, 15 S. 262, 17 S. 148.
L. u. C. Steinmüller 15 S. 215.
Voigt & Haeffner 13 S. 30.
Waggonfabrik Josef Rathgeber 8 S. 64.
Walther & Co. 15 S. 211, 289.
Weilerbacher Hütte 15 S. 194.

H. Aus den Lebensgeschichten großer Männer:

[Ein Stern (*) bedeutet, daß ein Bildnis vorhanden ist.]

*Arkwright, R. (1732—1792) 12 S. 91.
Baader, J. v. (1763—1835) 16 S. 20.
Bentham 11 S. 126.
*Bessemer, H. (1813—1898) 2 S. 271.
Beuth, P. Chr. (1781—1853) 3 S. 251.
*Bichford 6 S. 56.
Biringuccio, V. (1480—1538 oder 1539) 16 S. 153.
*Bleibtreu, L. (1777—1839) 15 S. 143.
Blumhof, Joh. Georg L., (1771 bis 1825) 17 S. 157.
*Bodmer, J. G. (1786—1864) 11 S. 128, 12 S. 81, 128.
*Boulton, M. (1728—1809) 1 S. 251, 11 S. 120.
*Bremshey, C. W. (1826—1899) 12 S. 116.
*Brown, Ch. (1827—1905) 2 S. 158.
*Brown, J. R. (1810—1876) 10 S. 134.
*Büttner, A. (1846—1919) 15 S. 221.
*Buz, C. 14 S. 181.
*Buz, H. v. (1833—1918) 14 S. 182.
*Cartwright, Edmund (1743 bis 1823) 17 S. 96.
Castigliano, A. (1847—1884) 7 S. 35.
Clapeyron, B. P. E. (1779—1864) 7 S. 33.
*Cockerill, J. (1790—1840) 10 S. 103.
*Colt, S. (1814—1862) 10 S. 127.
*Cramer-Klett, Th. (1817 bis 1884) 5 S. 254.
*Crompton, S. (1753—1827) 12 S. 70.
Culmann, K. (1821—1881) 7 S. 37.
*Daguerre (1787—1852) 2 S. 305.
Daimler, G. (1834—1900) 11 S. 19.
Danforth (um 1800) 12 S. 93.
Devisch, P. (gest. 1765) 16 S. 183.
*Dinnendahl, Fr. (1775—1826) 15 S. 46.
*Eales, J. (gest. 1890) 6 S. 70.
*Egestorff, G. (1802—1868) 11 S. 200.
*Egestorff, J. (1772—1834) 11 S. 197.
*Erhard, Julius (1820—1898) 17 S. 77.
*Enaux, Fr. L. (1820—1886) 12 S. 113.
*Enfantin, B. P. (1796—1866) 13 S. 17.
*Engerth, W. (1814—1884) 4 S. 349.
Euler, L. (1707—1783) 7 S. 29.
*Fourneyron, B. (1802—1867) 4 S. 79, 94.
*Fox, S. (1838—1903) 1 S. 78.
*Francis, J. B. (1815—1892) 6 S. 79.
Franklin, B. (1706—1790) 16 S. 184.
*Franzius, L. (1832—1903) 5 S. 1.
Fricke, H. L. (1793—1847) 16 S. 169.
Friedrich der Große (1712 bis 1786) 2 S. 78, 4 S. 309.
*Frischen, Carl (1830—1890) 11 S. 57.
Fugger, Jakob (1459—1525) 14 S. 60.
Galilei, Galileo (1564—1642) 7 S. 27, 17 S. 24.
*Gallo, Giuliano da San (1445 bis 1516) 16 S. 200.
*Gerber, Heinrich (1832—1912) 5 S. 269, 10 S. 93.
*Gerstner, Franz Anton Rt. v. (1793—1840) 16 S. 19.
*Gerstner, Franz Joseph Rt. v. (1756—1832) 16 S. 16.
*Ghega, Karl (1802—1860) 4 S. 334.
*Giuliano da San Gallo (1445 bis 1516) 16 S. 200.
*Grashof, Franz (1826—1893) 16 S. 1.
*Grillo, Friedrich (1825—1888) 15 S. 96.
*Gruson, Hermann (1821—1895) 16 S. 65.
Gutenberg (1400—1468) 11 S. 89.
Hackworth (1786—1850) 11 S. 66.
*Hahn, Philipp Matthäus (1739 bis 1799) 16 S. 255.
*Haniel, Franz (1779—1868) 15 S. 50.
*Harkort, Friedrich (1793—1880) 10 S. 1, 15 S. 56.
*Hartmann, Richard (1809 bis 1878) 9 S. 108.
*Haswell, John (1812—1897) 5 S. 157.
*Heckmann, Carl Justus (1786 bis 1878) 13 S. 61.
*Hefner-Alteneck (1845 bis 1904) 7 S. 145, 11 S. 40.
*Heinitz, Friedr. Anton Frh. v. (1725—1802) 11 S. 144, 12 S. 159.
*Henckels, Joh. Abr. (1813—1890) 15 S. 283.
Heron der Ältere (i. 2. Jahrh. v. Chr.) 1 S. 84, 182, 3 S. 163.
*Herschel, John (1792—1871) 2 S. 316.
Heywood, John 12 S. 74.
*Hirn, Gustav Adolf (1815—1890) 3 S. 20.
Hjorth, Sörm (1801—1870) 7 S. 136.
*Jacquard, Joseph Marie (1752 bis 1834) 17 S. 104.
*Jacobi, Gottlob (1770—1823) 15 S. 38.
*Jacobi, Joh. Ernst (1814—1867) 6 S. 69.
*Jacobi, Franz Ludwig (1805 bis 1864) 6 S. 69.
Kamp, Heinr. Daniel (1786—1853) 10 S. 3.
*Kay, John (1704—1774) 17 S. 93.
*Keßler, Emil (1813—1867) 14 S. 217.
*Kirschbaum, Carl Reinhard (1812—1859) 12 S. 116.
Kittel, Josef (1776—1847) 5 S. 230.
*Klein, Johannes (1845—1917) 15 S. 291.
*Klett, Johann Friedr. (1778—1847) 5 S. 246.
*Knaudt, Adolf (1825—1888) 1 S. 73.
*Koenig, Friedrich (1774—1833) 17 S. 1.
Körting, Ernst (1842—1921) 1 S. 200.
*Krupp, Alfred (1812—1887) 14 S. 40, 15 S. 41.
*Lampadius, August Wilhelm (1772—1842) 12 S. 40.
*Langen, Eugen (1833—1895) 11 S. 1, 15 S. 286.
Leibniz, Gotth. Wilh. Freih. v. (1646—1716) 16 S. 253.
Liebig, Justus v. (1803—1873) 13 S. 10.
Linde, Carl von (geb. 1842) 8 S. 1.
*Loewe, Ludwig (1837—1887) 9 S. 119.
*Lowell, Francis C. (1775—1817) 17 S. 97.
Marcellinus, Ammianus (geb. 330 n. Chr.) 3 S. 163.
Martin, Gebr. 11 S. 207.
*Maudslay, Henry (1771—1831) 11 S. 122.
Maybach, Wilh. (geb. 1846) 11 S. 19.
*Mayer, Joh. Chrys. (1784—1854) 17 S. 77.
*Metz, Carl (1818—1877) 16 S. 170.
*Mevissen, Gustav von (1815 bis 1899) 15 S. 83.
*Miller, Ferdinand von (1813 bis 1887) 5 S. 174.
Mohr, Otto (1835—1918) 7 S. 39.
*Nasmyth, James (1808—1890) 11 S. 132.
Navier, Louis Marie Henri (1785 bis 1836) 7 S. 31.
*Negrelli, Alois (1799—1858) 13 S. 19.
*Niepce, Nicéphore (1765—1833) 2 S. 303.
*Noeggerath, Jacob (1788—1877) 15 S. 144.
*North, Simeon (1765—1852) 10 S. 169.
*Oppenheim, Abr. (1804—1878) 15 S. 68.
*Ott, Nicolaus (1789—1858) 17 S. 77.
Otto, N. A. (1832—1891) 11 S. 1, 15 S. 285.
*Pascal, Blasius (1623—1662) 16 S. 251.
Paul, Lewis (gest. 1759) 12 S. 86.
*Peres, Daniel (1776—1845) 7 S. 84.
Philon von Byzanz (etwa 200 bis 260 v. Chr.) 2 S. 64, 3 S. 163.
*Planté, Gaston (1834—1889) 1 S. 158.
*Poitevin, Alphons Louis (1819 bis 1882) 2 S. 319.
*Polhem, Christopher (1661—1751) 5 S. 298, 339.
*Pratt, Francis A. 10 S. 138.
Rathenau, Emil (1838—1915) 1 S. 56.
Rathgeber, Jos. sen. (1810 bis 1865) 8 S. 64.
*Rathgeber, Jos. jr. (1846—1903) 8 S. 77.
*Reden, Friedr. Wilh. Graf v. (1752—1814) 14 S. 22.
*Regnault, Henri Victor (1810 bis 1878) 2 S. 58.
*Reichenbach, Carl 14 S. 181.
*Reinecker, Jul. Eduard (1832 bis 1895) 9 S. 109.
Remy, Heinr. Wilh. (gest. 1779) 3 S. 86, 8 S. 118.
Reuleaux, Franz (1829—1905) 11 S. 1, 40.
Reynolds, Edwin (1831—1909) 1 S. 279.
*Riggenbach, Nik. (1817—1899) 7 S. 110.

Digitized by Google

*Roberts, Richard (1787—1857) 12 S. 80.
*Schaafhausen, Abr. (1756 bis 1824) 15 S. 76.
Schleiden, Matthias 16 S. 123.
*Schönerer, Matthias Rt. v. (1807 bis 1832) 16 S. 23.
*Schönherr, Louis (1817—1911) 17 S. 96.
Schott, Kaspar (1608—1666) 16 S. 250.
*Segner, Joh. Andr. v. (1704 bis 1777) 5 S. 54.
*Sellers, William (1824—1905) 10 S. 132.
*Siemens, Werner (1816—1892) 10 S. 42, 11 S. 30, 39, 207.
*Sigl, Georg (1811—1887) 8 S. 94.
*Slater, Samuel (1768—1835) 17 S. 109.
Smith, James (1789—1850) 12 S. 81.
*Splitgerber, David (1683 bis 1764) 4 S. 28.
*Steinmüller, Carl (1840—1909) 15 S. 215.
*Steinmüller, Leberecht, sen. (1838—1899) 15 S. 215.
*Stephan, Heinrich v. (1831—1897) 12 S. 51.
Stephenson, George (1781—1848) 11 S. 63.
Stinnes, Mathias (1790—1845) 15 S. 63.
*Strobach, Paul v. (1776—1854) 4 S. 196.
*Strousberg, Bethel Henry (1823 bis 1884) 14 S. 65.
*Sulzer-Hirzel, Joh. Jacob (1806—1883) 2 S. 151.
*Sulzer-Neuffert, Joh. Jacob (1782—1853) 2 S. 149.
*Sulzer-Salomon (1757—1807) 2 S. 149.
*Sulzer-Salomon (1809—1869) 2 S. 151.
*Sulzer-Steiner, Heinr. (1837 bis 1906) 2 S. 161.
*Talbot, William Henry (1800 bis 1877) 2 S. 307.
Theophilus presbyter (12. Jahrh.) 16 S. 217.
*Tunner, Peter v. (1809—1897) 6 S. 95.
Uttmann, Barbara (1514—1575) 4 S. 63.
Vitruv (um 70 v. Chr.) 3 S. 163.
*Vogel, H. W. (1834—1898) 2 S. 235.
Voigt, Heinr. (Selbstbiogr.) 13 S. 31.
*Volta, Alessandro (1745—1827) 17 S. 51.
*Walther, Wilhelm (1826—1908) 15 S. 210.
*Waltjen, Carsten (1814—1880) 14 S. 205.
Watt, James (1736—1819) 1 S. 108, 11 S. 120, 127.
*Werder, Ludwig (1808—1885) 5 S. 255.
Weyersberg, Gebr. 12 S. 110.
*Whitney, Eli (1765—1825) 10 S. 155, 163, 17 S. 113.
*Whitworth, Joseph (1803—1887) 11 S. 132.
*Wieck, Friedr. Georg (1800 bis 1860) 4 S. 66.
*Wilkinson, John (1728—1808) 3 S. 215.
*Wöhler, Aug. (1819—1914) 8 S. 35.
Wöllner 11 S. 144.
*Wolf, Rudolf (1831—1910) 4 S. 1.
*Worthington, Henry Rossiter (1817—1880) 1 S. 36.
*Zimmermann, Johann (1820 bis 1901) 11 S. 107.

VERFASSERVERZEICHNIS

Ambronn, L., Göttingen. 9 S. 1.
Antz, E. L., Berlin. 12 S. 124 u. 136.

Baumann, R., Stuttgart. 4 S. 147.
Beck, L., Biebrich. 2 S. 83, 3 S. 86.
Beck, Th., Darmstadt. 1 S. 84, 182, 2 S. 64, 3 S. 163.
Beckmann, H., Berlin. 14 S. 243.
Berdrow, Wilhelm, Weseby. 14 S. 40.
Berndt, G., Dresden. 14 S. 101.
Bethge, Karl, Friedrichshafen a. B. 14 S. 210, 17 S. 145.
Birk, Alfred, Prag. 11 S. 75, 13 S. 17.
Blaum, R., Bremen. 13 S. 35.
Bleyl, Fritz. 17 S. 126.
Bolza, Albrecht, Würzburg. 17 S. 1.
Bombe, H., Berlin. 5 S. 214.
Brauner, L., Berlin. 16 S. 248.
Buxbaum, Bertold, Charlottenburg. 9 S. 97, 10 S. 121, 11 S. 117, 12 S. 128.

Claassen, H., Dormagen. 15 S. 245.

Däbritz, W., Essen. 15 S. 13.
Darmstaedter, L., Berlin. 13 S. 146.
Dickinson, H. W., London. 3 S. 215.
Dickmann, H., Düsseldorf. 16 S. 321, 17 S. 156, 157, 158, 163, 164.
Dietz, R., Dresden. 10 S. 55.
Döhner, F., Lethmathe. 14 S. 193.
Dreger, M., Berlin. 16 S. 65.

Eckardt, Östrich. 17 S. 128.
Eckehard, Östrich. 17 S. 128.
Eichenberg, Köln a. Rh. 15 S. 126.
Enderes, Br., Wien. 16 S. 14.
Engel, F. R., Wien. 8 S. 94.
Engelhard, Otto, Berlin. 9 S. 169.
Ergang, Carl, Quedlinburg. 2 S. 78, 3 S. 131.

Färber, Eduard, Genf. 14 S. 50, 16 S. 121.
Fischer, Hermann, Hannover. 1 S. 176, 3 S. 61, 4 S. 274, 5 S. 73, 6 S. 1.
Fischer, Hugo, Dresden. 4 S. 63, 6 S. 55, 16 S. 223.
Freytag, L., Nürnberg. 7 S. 25, 10 S. 93.
Fuchs, Franz, München. 17 S. 55.
Fuchs, Hugo, Prag. 4 S. 196, 5 S. 230, 7 S. 82.

Gängl v. Ehrenwerth, Josef, Loeben. 6 S. 95.
Geisler, K. W., Berlin. 14 S. 262, 15 S. 282, 16 S. 94, 299.
Geyer, W., Berlin. 16 S. 262.
Giesecke, Berlin. 12 S. 51.
Grunewald, Köln a. Rh. 15 S. 126.
Günther, A., Pilsen. 5 S. 230.

Hänecke, Hans, Berlin. 17 S. 117.
Häusser, Friedrich. 7 S. 127.
Hassenstein, Wilhelm, Spandau. 4 S. 27.
Hassler, Friedrich, Augsburg. 14 S. 155, 17 S. 80.
Hausbrandt, Eugen, Berlin. 13 S. 61.
Hausen, J., Berlin. 17 S. 159.
Hauser, F. 8 S. 121.
Hendrichs, Franz, Solingen. 7 S. 84, 15 S. 263.
Hennig, Richard, Berlin. 1 S. 241, 4 S. 113, 6 S. 35, 8 S. 100.
Hennig, R., Düsseldorf-Obercassel. 16 S. 183.
Hermann, Hans, München. 8 S. 64.
Hilliger, Berlin. 7 S. 62.
Hönigsberg, O., Wien. 2 S. 271.
Hockenbeck, Joseph, Berlin. 17 S. 156.
Hoppe, Edm., Niendorf b. Hamburg. 1 S. 145.
Horwitz, H. Theodor, Wien. 7 S. 169, 10 S. 175, 180, 11 S. 179, 185, 13 S. 125, 14 S. 85, 16 S. 200, 290, 17 S. 159, 162.
Illies, Amberg. 3 S. 79, 12 S. 1.

Johannsen, O., Völklingen-Saar. 16 S. 153.

Kammerer, O., Charlottenburg. 4 S. 242, 14 S. 130.
Keller, München. 2 S. 58, 3 S. 20, 4 S. 79, 5 S. 54, 6 S. 79, 7 S. 43, 110.
Kissinger, H., Ludwigshafen (Rhein). 17 S. 136.
Klein, Walter, Schwäbisch-Gmünd. 17 S. 72.
Koehne, Carl, Berlin. 5 S. 27.
Körting, Ernst, Pegli bei Genua. 1 S. 200.
Kozel, Eschweileraue. 15 S. 148.
Krebs, Erich, Elbing. 3 S. 147.
Kugler, Gustavsburg. 9 S. 53.

Lauer, W., Neunkirchen (Saar). 15 S. 226.
Leimbach, G., Göttingen. 2 S. 294.
Linde, Carl v., München. 8 S. 1.
Lohse, U., Hamburg. 2 S. 90.
Lorenz, H., Danzig-Langfuhr. 16 S. 1.
Lotz, Heinrich, Mainz. 10 S. 103.

Marx, E., Weimar. 16 S. 321.
Matschoss, C., Berlin. 1 S. 1, 53, 251, 2 S. 148, 3 S. 239, 4 S. 1, 96, 309, 5 S. 174, 244, 7 S. 1, 10 S. 1, 11 S. 1, 16 S. III, 17 S. I, 123.
Mayer, Max, Esslingen. 14 S. 217.
Mehmke, R. L., Stuttgart. 16 S. 280.
Mengeringhausen, M., München. 16 S. 317.
Merckel, Curt, Hamburg. 3 S. 1.
Merz, L., Friedrichshafen a. B. 16 S. 162.
Meyer, Eugen, Charlottenburg. 1 S. 108.
Mieli, Aldo, Rom. 17 S. 51.
Moll, F., Berlin. 9 S. 41, 10 S. 66.
Moll, O., Berlin. 11 S. 55.

Digitized by Google

Moselbezirksverein deutscher Ingenieure, Sitz Trier. 15 S. 186.
Mueller, Otto, H. London. 1 S. 36.

Nachtweh, Alwin, Hannover. 11 S. 197.
Neumann, H., Berg.-Gladbach. 1 S. 212.
Nicolaus, Berlin. 11 S. 89.
Nolte, W., Hannover. 6 S. 152.
Nonnenmacher, G., Köln. 15 S. 210.

Oechelhäuser, Wilhelm v., Dessau. 6 S. 109.
Orth, Friedrich, München. 11 S. 216, 12 S. 61, 17 S. 89.
Ottsen, Johann. 13 S. 1.

Peltzer, R. A., München. 15 S. 196.
Pfeiffer, Erfurt. 13 S. 89.
Pieper, W., Magdeburg. 16 S. 133.
Pistor, A., Schmalkalden. 9 S. 69.

Rassow, B., Leipzig. 13 S. 10.
Rehe, Breslau. 3 S. 185.
Reichert, Duisburg-Ruhrort. 2 S. 236.
Reitböck, Völklingen-Saar. 14 S. 65.
Rieppel, A. v., Nürnberg. 7 S. 25.
Roe, Joseph W., New Haven. 10 S. 141, 17 S. 106.
Rohr, M. v., Jena. 17 S. 30.
Rosellen, F., Neuß. 15 S. 165.
Rotth, August, Berlin. 10 S. 42, 11 S. 207, 13 S. 146.
Rudloff, J., Berlin. 2 S. 1.

Sanzin, Rudolf, Wien. 4 S. 333, 5 S. 157, 11 S. 63.
Schiffner, C., Freiberg. 12 S. 40.
Schmidt, H., Berlin. 14 S. 205.
Schröter, Arthur, Köln. 15 S. 254.
Schulz, Br., Berlin. 16 S. 106.
Schuster, J., Berlin. 13 S. 146.
Schwemann, A., Aachen. 11 S. 143, 12 S. 159, 14 S. 22.
Sommer, Fritz, Solingen. 12 S. 109.
Staby, München. 14 S. 1.
Sterner-Rainer, Roland, Neckarsulm. 14 S. 121.
Stur, J., Wien. 5 S. 124.
Stübe, R., Leipzig. 8 S. 56, 82.
Tessmann, Günter, Berlin. 11 S. 97.
Thelen, K., Stolberg. 1 S. 108.
Theobald, Berl.-Lichterfelde. 16 S. 217, 17 S. 24.
de Thierry, G., Berlin. 5 S. 1.
Thomälen, Adolf, Karlsruhe. 7 S. 134, 11 S. 39.
Treptow, E., Freiberg i. Sa. 8 S. 155, 12 S. 173.
Treptow, W., Charlottenburg. 5 S. 143.

Veiders, J., Neuß. 15 S. 118.
Vetter, Hermann, Berlin. 3 S. 276.
Vogel, Otto, Düsseldorf. 5 S. 298.
Voigt, H., Wilhelmshöhe. 13 S. 30.

Wechmar, Irnfried Frh. v., Berl.-Südende. 17 S. 122.
Weicker, W., Hermsdorf i. Thür. 17 S. 60.
Wentzke, Paul, Düsseldorf. 15 S. 1.
Wiedemann, E., Erlangen. 8 S. 121.
Wreden, Richard, Hannover. 9 S. 130.

A. W. Zickfeldt, Osterwieck-Harz

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08040 2871

Digitized by Google

Digitized by Google